Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian:
Teknik Inventarisasi dan Pemetaan hutan

Inventarisasi Hutan

Salah satu kegiatan analisis vegetasi pada hutan mangrove yang terdapat pada SMRS

1,30 m

KELAS
XI
SEMESTER 3

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045)

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BUKU TEKS

GLOSARIUM

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang dibatasi oleh pemisah topografi berupa punggung bukit atau gunung yang berfungsi menampung air yang berasal dari curah hujan, menyimpan dan mengalir ke danau atau laut secara alami.

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan yang lainnya tidak dapat dipisahkan.

Intensitas sampling adalah perbandingan antar jumlah unit petak ukur yang diambil terhadap jumlah unit populasi.

Inventarisasi Hutan adalah rangkaian kegiatan pengumpulan data untuk mengetahui keadaan dan potensi sumber daya hutan serta lingkungannya secara lengkap.

Kawasan Hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh Pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap, termasuk kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam perairan.

Kriteria adalah ukuran yang menjadi dasar penilaian atau penentuan sesuatu.

Penafsiran citra adalah proses penerjemahan data (citra) menjadi informasi.

Penginderaan jauh adalah salah satu teknik untuk mendapatkan informasi sumber daya hutan dan lingkungan dengan menggunakan peralatan yang secara fisik tidak bersinggungan langsung dengan obyeknya.

Petak (compartment) adalah unit areal yang merupakan unit administrasi terkecil dalam kesatuan pengelolaan/manajemen hutan.

Sediaan tegakan hutan (standing stock) adalah kondisi tegakan hutan yang ada pada saat dilaksanakan inventarisasi hutan, yang dinyatakan dalam komposisi jenis, penyebaran ukuran diameter dan dugaan tinggi pohon penyusun tegakan, luas areal, volume tegakan hutan, keadaan permudaan alam/tumbuhan bawah serta bentang lahan dari areal yang diinventarisasi.

Standar adalah spesifikasi teknis atau sesuatu yang harus dipedomani dalam melakukan kegiatan.

Survei adalah salah satu cara pelaksanaan inventarisasi hutan melalui kegiatan pengumpulan data dan informasi baik secara langsung maupun tidak langsung atau kombinasi keduanya untuk mengetahui kondisi sumber daya hutan dan lingkungan.

Survei Terrestris adalah salah satu teknik untuk mendapatkan informasi sumber daya hutan dan lingkungannya melalui pengumpulan data di lapangan.

Teknik sampling adalah cara pengambilan petak ukur di lapangan sebagai contoh dengan besaran intensitas tertentu.

Unit Pengelolaan Hutan adalah kesatuan pengelolaan hutan terkecil sesuai fungsi pokok dan peruntukannya yang dapat dikelola secara efisien danlestari.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi (Mata Pelajaran)

1. Pengertian

Inventarisasi Hutan adalah pengumpulan dan penyusunan data dan fakta mengenai sumberdaya hutan untuk perencanaan pengelolaan sumberdaya hutan.

2. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya, dalam pelajaran inventarisasi hutan dengan keteraturan itu selalu ada. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam inventarisasi hutan membuktikan adanya kebesaran Tuhan. Aktifitas manusia dalam kehidupan tidak lepas dari kebutuhan akan inventarisasi hutan.

Keadaan lingkungan alam merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, bukan hanya manusia bahkan semua makhluk hidup. Lingkungan alam yang dijaga dengan baik maka akan memberikan ketenangan bagi kehidupan makhluk hidup.

B. Prasyarat

Mata pelajaran inventarisasi hutan merupakan mata pelajaran yang masuk ke dalam kelompok C3 yang menjadi salah satu mata pelajaran khusus pada paket keahlian teknik inventarisasi hutan. Oleh sebab itu, prasyarat untuk mempelajari mata pelajaran inventarisasi hutan adalah mata pelajaran yang berada pada kelompok C2, yaitu Silvika, Silvikultur, Ilmu Ukur Kayu, Pengukuran dan Pemetaan Hutan, serta Dendrologi.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Penjelasan Bagi Siswa

a. Bacalah bahan ajar ini secara berurutan dari kata pengantar sampai cek kemampuan, pahami dengan benar isi dari setiap materinya.
b. Setelah Anda mengisi cek kemampuan, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari bahan ajar ini? Apabila Anda menjawab **YA**, maka pelajari bahan ajar ini.
c. Untuk memudahkan belajar Anda dalam mempelajari bahan ajar ini, maka pelajari dulu tujuan akhir pembelajaran dan kompetensi yang akan dicapai dalam bahan ajar ini. Apabila ada yang kurang jelas tanyakan pada guru pembimbing Anda.
d. Laksanakan semua tugas yang ada dalam bahan ajar ini agar kompetensi Anda berkembang sesuai standar.
e. Buatlah rencana belajar Anda dengan menggunakan format seperti yang ada dalam bahan ajar , konsultasikan dengan guru dan institusi pasangan penjamin mutu hingga mendapatkan persetujuan.
f. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai rencana kegiatan belajar yang telah Anda susun dan disetujui oleh guru dan institusi pasangan penjamin mutu.
g. Setiap mempelajari materi, Anda harus mulai dari memahami tujuan kegiatan pembelajarannya, menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi), melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan test formatif.
h. Dalam mengerjakan test formatif, Anda jangan melihat kunci jawaban formatif terlebih dahulu, sebelum Anda menyelesaikan test formatif.
i. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan psikomotorik skills sampai Anda benar-benar terampil sesuai standar. Apabila Anda mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugas ini, konsultasikan dengan guru Anda.

j. Setelah Anda merasa benar-benar menguasai seluruh kegiatan belajar dalam bahan ajar ini, mintalah evaluasi dari guru Anda, sekolah, dan institusi pasangan penjamin mutu Anda untuk dapat dinyatakan telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sehingga Anda mendapatkan sertifikat kompetensi.

2. Peran Guru

a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar.
b. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
c. Membantu siswa dalam memahami konsep dan praktek baru serta menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.
d. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
g. Melaksanakan penilaian.
h. Menjelaskan kepada siswa mengenai bagian yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
i. Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

D. Tujuan Akhir

Tujuan akhir dari Buku Teks ini adalah Siswa mempunyai kemampuan untuk melakukan sampling dalam inventarisasi hutan.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

1. Kompetensi Inti

Kompetensi Inti adalah kualifikasi kemampuan minimal Siswa yang menggambarkan penguasaan sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diharapkan dicapai setelah mempelajari Bahan Ajar. **Kompetensi Inti** terdiri atas sejumlah kompetensi dasar sebagai acuan baku yang harus dicapai. **Kompetensi Inti** untuk Bahan Ajar ini akan membentuk sikap, pengetahuan, dan keterampilan siswa dalam menerapkan dan melaksanakan teknik sampling dalam inventarisasi hutan.

2. Kompetensi Dasar

Kompetensi dasar adalah sejumlah kemampuan yang harus dimiliki Siswa dalam mata pelajaran inventarisasi hutan. Kompetensi dasar tersebut adalah:

a. Menerapkan teknik sampling dalam inventarisasi hutan.
b. Melaksanakan pembuatan unit contoh di lapangan.

KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)/
/ MADRASAH ALIYAH KEJURUAN (MAK)

BIDANG KEAHLIAN : AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI
PROGRAM KEAHLIAN : KEHUTANAN
PAKET KEAHLIAN :TEKNIK INVENTARISASI DAN PEMETAAN HUTAN
MATA PELAJARAN : INVENTARISASI HUTAN

KELAS : XI

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Mengamalkan ajaran agama yang dianutnya pada pembelajaran invetarisasi hutan sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia. 1.2 Menyadari kebesaran Tuhan yang mengatur karakteristik hutan.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan praktek dan berdiskusi. 2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan belajar di hutan dan melaporkan hasil kegiatan.
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan meta-kognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menerapkan teknik sampling dalam inventarisasi hutan. 3.2 Menerapkan pengukuran dimensi pohon. 3.3 Menerapkan taksiran volume tegakan per Ha.

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengemba-ngan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesi-fik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Melaksanakan pembuatan unit contoh di lapangan. 4.2 Melaksanakan pengukuran diameter pohon, tinggi pohon, dan luas bidang dasar pohon. 4.3 Menyaji data taksiran volume tegakan per Ha hasil kegiatan inventarisasi hutan.

F. Cek Kemampuan Awal

Dalam rangka mengetahui kemampuan awal siswa terhadap materi pembelajaran, berikut ini tersedia daftar pertanyaan yang harus dijawab.

Berilah *check point* √pada setiap uraian di dalam tabel berikut ini. Isilah sesuai dengan kemampuan Anda yang sebenarnya.

No	KD	Uraian	Ya	Tidak
1.	I	Siswa dapat menjelaskan pengertian, maksud dan tujuan inventarisasi hutan	☐	☐
2.	I	Siswa dapat menerapkan dan melaksanakan teknik penaksiran potensi hutan	☐	☐
3.	I	Siswa dapat menerapkan dan melaksanakan teknik pengukuran riap, etat, dan daur	☐	☐
4.	I	Siswa dapat menjelaskan ketentuan teknikinventarisasi hutan	☐	☐
5.	I	Siswa dapat menerapkan dan melaksanakan metode teknikinventarisasi hutan	☐	☐
6.	I	Siswa dapat menerapkan dan menentukan metode penentuan unit contoh	☐	☐
7.	I	Siswa dapat menentukan jumlah unit contoh	☐	☐
8.	I	Siswa dapat menentukan lokasi unit contoh	☐	☐
9.	I	Siswa dapat membuat unit contoh di lapangan	☐	☐
10.	I	Siswa dapat melaksanakan inventarisasi hutan	☐	☐

Keterangan:

KI = Kompetensi Inti

KD = Kompetensi Dasar

Nilai yang diperoleh siswa kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel status penguasaan standar kompetensi di bawah ini:

Penguasaan Hasil Belajar	Tingkat Penguasaan	Kriteria	Tindak Lanjut
Belum Menguasai	< 70 %	kurang	Mengulangi proses pembelajaran 1 yang telah dipersyaratkan
Sudah Menguasai	70 % – 79 %	cukup	Penguatan dan Pengayaan dengan bimbingan guru
	80 % – 90 %	baik	Penguatan dan Pengayaan melalui belajar mandiri (Self Learning)
	> 90 %	baik Sekali	Mengerjakan lembar test yang tersedia pada pembelajaran 1

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran Teknik Sampling dalam Inventarisasi Hutan

A. Deskripsi

Keberhasilan dalam melakukan pemanenan hasil hutan berupa kayu sangat dipengaruhi oleh kegiatan inventarisasi hutan. Inventarisasi hutan dilakukan untuk mengumpulkan data-data potensi hutan, khususnya pohon-pohon di dalam hutan yang akan di panen tahun berikutnya. Kegiatan inventarisasi hutan berhasil bila sumber daya manusia memiliki kemampuan dalam menilai potensi hutan produksi dalam kubikasi (volume kayu). Untuk dapat mengetahui potensi hutan produksi maka dibutuhkan kemampuan penaksiran volume pohon. Penaksiran volume pohon di dalam hutan dilakukan berdasarkan sampling. Sampling dalam kegiatan inventarisasi hutan memiliki pengertian bahwa inventarisasi hutan dilakukan dengan membagi luasan hutan yang akan di panen menjadi beberapa plot dan kemudian pohon-pohon yangg berada dalam plot tersebut diukur sebagai bahan dasar penentuan volume per Ha. Oleh sebab itu, materi yang disampaikan dalam buku teks ini mengarahkan siswa untuk dapat memahami dan menerapkan teknik sampling dalam inventarisasi hutan sehingga siswa dapat melakukan inventarisasi hutan dengan baik dan sesuai dengan kaidah yang berlaku.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Menambah keimanan peserta didik dengan menyadari hubungan keteraturan, keindahan alam, dan kompleksitas alam dalam jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya;

b. Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan bumi dan seisinya yang memungkinkan bagi makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang;

c. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi;
d. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;
e. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain;
f. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;
g. Menerapkan teknik sampling dalam inventarisasi hutan.

2. Uraian Materi

a. Pengertian Inventarisasi Hutan

Hutan Indonesia memiliki potensi yang sangat luar biasa dengan kekayaan jenis flora dan faunanya. Indonesia tercatat sebagai salah satu negara yang memiliki hutan dengan keanekaragaman hayati terbesar di dunia, di antaranya memiliki ± 4000 jenis pohon yangtersebar di berbagai tipe hutan, yaitu hutan pantai, hutan payau, hutan rawa, hutan gambut, hutan hujan (dataran rendah dan dataran tinggi), dan hutan musim. Kekayaan hutan Indonesia tersebut tentu saja membutuhkan perhatian oleh semua pihak yang berkepentingan di bidang kehutanan. Perhatian yang diberikan bergantung kepada peran yang dimiliki oleh pihak yang berkepentingan di bidang kehutanan.

Pertanyaan yang mungkin timbul dalam benak kita adalah **apa yang dapat dilakukan di dalam memberikan jaminan pengelolaan hutan lestari?** Tentu saja sudah diketahui bersama bahwa pengelolaan hutan akan melibatkan beragam kegiatan di dalam pelaksanaannya. Salah satu kegiatan yang perlu mendapat perhatian adalah kegiatan inventarisasi hutan sebagai kegiatan awal di dalam melakukan sebuah perencanaan pengelolaan hutan agar hutan yang dipanen tetap lestari. Selanjutnya, pertanyaan yang pasti muncul dalam benak kita adalah, **bagaimana cara melakukan inventarisasi hutan?** Jawaban yang dapat diberikan adalah mari kita pelajari materi inventarisasi hutan!

Jawaban tersebut di atas, diharapkan dapat menjadi sumber motivasi atau pendorong bagi siswa untuk mempelajari mata pelajaran inventarisasi hutan secara lebih bersungguh-sungguh. Hanya dengan memahami pengertian dan ruang lingkup dari ilmu inventarisasi hutan, siswa dapat memahami dan mampu melakukan inventarisasi hutan secara benar.

Di bawah ini terdapat beberapa pengertian inventarisasi hutan, yakni :

Malamassam (2009) memberikan pengertian ilmu inventarisasi hutan sebagai salah satu cabang ilmu kehutanan yang membahas tentang metode penaksiran potensi hutan. Metode penaksiran yang dimaksud disini adalah cara pengukuran sebagian atau seluruh elemen dari suatu obyek yang menjadi sasaran pengamatan untuk mengetahui sifat-sifat dari obyek yang bersangkutan. Dengan memperhatikan definisi tersebut dapat dimengerti bahwa inventarisasi hutan merupakan sebuah kegiatan penaksiran potensi hutan yang dilakukan secara sampel (contoh) dari hutan yang akan ditaksir potensinya. Menurut Simon (1996) telah mengungkapkan pengertian inventarisasi hutan sebagai kegiatan dalam sistem pengelolaan hutan untuk mengetahui kekayaan yang terkandung di dalam suatu hutan pada saat tertentu. **Perlu diketahui bahwa** istilah inventarisasi hutan telah dikenal luas dalam beberapa istilah, yaitu :

1) Perisalahan hutan.
2) Timber cruising.
3) Cruising.
4) Timber estimation.

Selanjutnya pada tahun 1999, Departemen Kehutanan dan Perkebunan secara umum telah memberikan definisi inventarisasi hutan sebagai pengumpulan dan penyusunan data dan fakta mengenai sumberdaya hutan untuk perencanaan pengelolaan sumberdaya tersebut bagi kesejahteraan masyarakat secara lestari dan serbaguna. Kegiatan pengumpulan dan penyusunan data dan fakta mengenai sumber daya hutan ini akan menghasilkan bahan yang akan digunakan untuk perencanaan pengelolaan hutan. Adapun ruang lingkup di dalam melakukan inventarisasi hutan adalah :

1) survei mengenai status dan keadaan fisik hutan.
2) flora dan fauna.
3) sumber daya manusia.
4) kondisi sosial masyarakat di dalam dan di sekitar hutan.

Dengan demikian, kegiatan inventarisasi hutan wajib dilaksanakan agar hutan yang diusahakan dapat dikelola dengan baik dan pada akhirnya diperoleh kelestarian hasil hutan.

Bagaimana bisa inventarisasi hutan memberikan kesempatan pengelolaan hutan yang memberikan kelestarian hasil? Data dan informasi yang diperoleh dari inventarisasi hutan dipergunakan sebagai dasar pembuat kebijakan strategis di dalam pengelolaan hutan. Kebijakan strategis di dalam pengelolaan hutan yang dimaksud adalah kebijakan yang menjadi dasar pengelolaan hutan sehingga memberikan arah yang tepat untuk :

1) pengukuhan kawasan hutan.
2) penyusunan neraca sumber daya hutan.
3) pembentukan wilayah pengelolaan hutan.
4) penyusunan rencana kehutanan dan pengembangan sistem informasi.

Berdasarkan hasil inventarisasi hutan, disusun rencana kehutanan baik menurut jangka waktu perencanaan, skala geografis maupun fungsi pokok kawasan hutan. Sebagaimana ditetapkan dalam Pasal 12 Undang-undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, bahwa perencanaan kehutanan meliputi :

1) inventarisasi hutan.
2) pengukuhan kawasan hutan.
3) penatagunaan kawasan hutan.
4) pembentukan wilayah pengelolaan hutan dan penyusunan rencana kehutanan.

Selain dasar pijakan perencanaan hutan dalam melakukan inventarisasi kehutanan seperti yang tersebut di atas, dapat diacu Pasal 5 Peraturan Pemerintah No. 4 tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan, yaitu inventarisasi hutan dilaksanakan untuk mengetahui dan memperoleh data dan informasi tentang sumber daya, potensi kekayaan alam hutan serta lingkungannya secara lengkap.

Adapun hirarki inventarisasi hutan adalah sebagai berikut :

1) inventarisasi hutan tingkat Nasional.
2) inventarisasi hutan tingkat wilayah.
3) inventarisasi hutan tingkat Daerah Aliran Sungai.
4) inventarisasi hutan tingkat Unit Pengelolaan.

Hal yang patut diperhatikan di dalam penyelenggaraan inventarisasi hutan adalah penyelenggaraan inventarisasi hutan tingkat provinsi dilaksanakan

dengan intensitas sampling lebih besar dari inventarisasi hutan tingkat nasional. Hasil inventarisasi hutan tingkat provinsi lebih detail dari hasil inventarisasi hutan tingkat nasional yang memuat :

1) informasi deskriptif.
2) data numerik.
3) peta skala minimal 1: 250.000.

Di bawah ini diberikan beberapa contoh hasil inventarisasi hutan yang meliputi data dan informasi, yaitu :

1) Status, penggunaan dan penutupan lahan.
2) Jenis tanah, kelerengan lapangan/topografi.
3) Iklim.
4) Hidrologi (tata air), bentang alam dan gejala-gejala alam.
5) Kondisi sumber daya manusia dan demografi.
6) Jenis, potensi dan sebaran flora.
7) Jenis, populasi dan habitat fauna.
8) Kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat.

Dari uraian tersebut, mungkin timbul pertanyaan apa yang menjadikan beda antara inventarisasi hutan tingkat nasional, inventarisasi hutan tingkat propinsi, inventarisasi hutan tingkat kota/kabupaten, inventarisasi hutan tingkat unit pengelolaan? Untuk memahaminya, mari simak uraian berikut ini!

1) Hasil inventarisasi hutan nasional dimaksud adalah hasil inventarisasi hutan dalam periode 5 (lima) tahun terakhir. Inventarisasi hutan tingkat wilayah provinsi dapat dilakukan kurang dari 5 (lima) tahun apabila ada perubahan kondisi sumber daya hutan yang nyata. Penyelenggaraan inventarisasi hutan tingkat kabupaten/kota dilaksanakan dengan intensitas sampling lebih besar dari inventarisasi hutan tingkat

provinsi.Hasil inventarisasi hutan tingkat kabupaten/kota lebih detail dari hasil inventarisasi hutan tingkat provinsi yang memuat :

a) informasi deskriptif.
b) data numerik.
c) peta skala minimal 1: 100.000.

2) Hasil inventarisasi hutan tingkat provinsi dimaksud adalah hasil inventarisasi hutan periode 5 (lima) tahun terakhir. Inventarisasi hutan tingkat wilayah kabupaten/kota dapat dilakukan kurang dari 5 (lima) tahun apabila ada perubahan kondisi sumber daya hutan yang nyata. Inventarisasi hutan tingkat DAS dapat dilakukan kurang dari 5 (lima) tahun apabila ada perubahan kondisi sumber daya hutan yang nyata. Penyelenggaraan inventarisasi hutan tingkat unit pengelolaan dilakukan dengan mengacu pada hasil inventarisasi hutan tingkat kabupaten/kota dan dilaksanakan dengan intensitas sampling lebih besar dari inventarisasi hutan tingkat kabupaten/kota.

3) Hasil inventarisasi hutan tingkat unit pengelolaan lebih detail dari hasil inventarisasi hutan tingkat kabupaten/kota yang memuat :

a) informasi deskriptif.
b) data numerik.
c) peta skala minimal 1: 5 0.000.

Inventarisasi hutan tingkat unit pengelolaan dapat dilakukan kurang dari 5 (lima) tahun apabila ada perubahan kondisi sumber daya hutan yang nyata. Sasaran utama dalam melaksanakan kegiatan inventarisasi hutan terdiri dari empat aspek, yaitu :

1) Aspek lapangan.
2) Aspek tanah.
3) Aspek tegakan.
4) Aspek tegakan bawah.

Tentunya akan timbul pertanyaan dari Anda, terdiri dari apa saja masing-masing aspek tersebut?

1) Aspek lapangan.

   Aspek lapangan yang penting meliputi bentuk lapangan menurut kemiringan dan potongannya. Informasi berkaitan dengan kemiringan ditandai dengan data seperti datar, landai, miring dan curam. Sedangkan menurut potongan-potongannya seperti berombak, berbukit, dan patahan.

2) Aspek tanah.

   Aspek tanah merupakan data dan informasi tentang kondisi tanah di tempat tersebut, meliputi jenis, warna, kedalaman tanah, kesarangan, batuan tanah serta kedalaman humus.

3) Aspek tegakan.

   Aspek tegakan yang penting meliputi umur, tinggi, bonita, kerapatan/kemurnian tegakan, kualitas batang, jumlah batang dan bidang dasar per hektarnya.

4) Aspek tumbuhan bawah.

   Tumbuhan bawah diidentifikasi sebagai aspek tumbuhan bawah yang meliputi jenis tumbuhan bawah, jenis yang mendominasi serta kerapatannya baik dikategorikan rapat, agak rapat dan jarang.

b. Maksud dan Tujuan

Seperti yang telah dibahas pada uraian sebelumnya bahwa sesuai Pasal 5 PP No.4 tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan, inventarisasi hutan dilaksanakan untuk mengetahui dan memperoleh data dan informasi

tentang sumber daya, potensi kekayaan alam hutan serta lingkungannya secara lengkap. Oleh sebab itu, perlu diketahui lebih lanjut mengenai tujuan dilaksanakan inventarisasi hutan. Adapun tujuan inventarisasi hutan adalah:

1) Mendapatkan data yang akan diolah menjadi informasi yang dipergunakan sebagai bahan perencanaan dan perumusan kebijaksanaan strategik jangka panjang, jangka menengah dan operasional jangka pendek sesuai dengan tingkatan dan kedalaman inventarisasi yang dilaksanakan.
2) Memantau perubahan kuantitatif sumberdaya hutan, baik yang bersifat pertumbuhan maupun pengurangan karena terjadinya gangguan alami maupun gangguan manusia.

Jadi kegiatan inventarisasi hutan dilaksanakan untuk mengetahui dan mengevaluasi potensi sumberdaya hutan sebagai data dasar untuk merencanakan pemanfaatannya secara lestari. Inventarisasi dalam pengelolaan yang berwawasan kelestarian memiliki lingkup yang lebih luas, antara lain :

1) produk hutan dan turunannya.
2) potensi tegakan hutan.
3) riap tegakan.
4) komposisi, distribusi, dan kualitas tegakan.

Selanjutnya data-data yang diperoleh dari kegiatan inventarisasi hutan digunakan dalam penyusunan rencana pengusahaan hutan, yang akan dipergunakan sebagai pedoman dalam melakukan pengusahaan hutan.

Ruang lingkup inventarisasi hutan yang tersebut di atas sejalan dengan Malamassam (2009) yakni kekayaan yang terdapat pada suatu lahan hutan tidak hanya dipengaruhi oleh keadaan hutan pada saat pengamatan (saat

inventarisasi) dilakukan, tetapi juga dipengaruhi oleh sejumlah faktor lain. Faktor-faktor tersebut berperan dalam proses terciptanya keadaan hutan yang ada pada saat pengamatan dan juga kemungkinan akan terus mempengaruhi proses pertumbuhan/perkembangan hutan tersebut pada masa mendatang.

Keseluruhan faktor-faktor tersebut merupakan elemen-elemen yang perlu diamati atau dicatat melalui inventarisasi hutan. Secara garis besar, elemen-elemen tersebut dapat digolongkan atas tiga kelompok, yaitu :

1) Keadaan lahan hutan, antara lain meliputi :

    a) jenis tanah.
    b) kondisi fisik.
    c) biologi dan kimia tanah.
    d) kondisi iklim.
    e) kondisi topografi.

    Faktor-faktor inilah yang telah, sedang dan akan terus mempengaruhi kondisi pertumbuhan/perkembangan vegetasi (khususnya pohon-pohon) yang ada pada suatu lahan hutan.

2) Keadaan tegakan, antara lain meliputi :

    a) luas areal (yang produktif dan tidak produktif).
    b) struktur tegakan dan komposisi jenis.
    c) penyebaran kelas umur.
    d) penyebaran ukuran pohon.
    e) keadaan pertumbuhan, keadaan permudaan.
    f) kerapatan tegakan.
    g) penyebaran kelas bonita.
    h) keadaan tempat tumbuh.

3) Keterangan yang bersangkut-paut dengan pemanfaatan, yang meliputi :

   a) aksesibilitas masyarakat di sekitar hutan.
   b) kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitar hutan.
   c) pola penggunaan lahan.

Pada uraian di atas, terlihat secara jelas bahwa cakupan bahasan inventarisasi hutan tidak hanya terbatas pada masalah hutan atau pohon saja, tetapi juga meliputi sejumlah elemen-elemen yang telah, sedang dan akan mempengaruhi pertumbuhan atau perkembangan hutan yang bersangkutan. Dalam arti luas, ilmu inventarisasi hutan adalah ilmu yang membahas teori dan metode pengumpulan dan penggunaan data/informasi tentang keseluruhan elemen yang telah dipaparkan di atas, serta keterkaitan masing-masing elemen dengan potensi hutan.

Elemen tanah misalnya, akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sesuatu jenis pada sesuatu lahan tertentu. Demikian pula halnya dengan elemen iklim. Selanjutnya, pertumbuhan potensi yang merupakan hasil dari kedua elemen tersebut akan menjadi dasar bagi pihak pengelola dan atau pengguna hutan dalam pemilihan dan penentuan jenis yang dapat dikembangkan, serta dalam penentuan dan pengaturan tindakan-tindakan pembinaan yang dapat diterapkan.

Selanjutnya elemen aksesibilitas akan sangat mempengaruhi dapat tidaknya nilai potensil hutan berubah menjadi nilai ril, yang secara langsung akan mendukung peningkatan pendapatan pihak pengelola dan peningkatan kesejahteraan anggota masyarakat yang terkait dengan pendayagunaan hutan yang bersangkutan. Demikian pula halnya dengan elemen kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitar hutan, tidak akan dapat dipisahkan dengan keberhasilan dan atau kegagalan upaya pengelolaan hutan.

Tingkat keakuratan data dan informasi dari keseluruhan elemenelemen tersebut di atas akan menentukan lengkap tidaknya gambaran tentang potensi hutan (termasuk potensi pengembangan/perkembangannya) yang dapat diperoleh untuk melandasi penyusunan rencana pemanfaatan hutan yang bersangkutan. Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa cakupan Inventarisasi Hutan adalah cukup kompleks, sehingga sulit untuk dilaksanakan secara tuntas dalam waktu yang relatif terbatas. Sehubungan dengan itulah, maka dalam banyak hal inventarisasi hutan sering dilakukan dengan memberi penekanan pada aspek-aspek tertentu yang disesuaikan dengan tujuan pelaksanaan inventarisasi yang ingin dicapai.

Dalam pengertian sempit Inventarisasi hutan dapat diartikan sebagai penaksiran massa tegakan atau penaksiran volume kayu yang terdapat pada suatu lahan hutan. Pada pengertian ini, penekanan atau perhatian hanya diarahkan pada potensi kayu yang terdapat dalam hutan pada saat pelaksanaan pengamatan.

Berdasarkan pada tujuannya dan penekanan elemen yang diamati, dikenal beberapa macam inventarisasi hutan, yang antara lain adalah sebagai berikut :

1) Inventarisasi Hutan Nasional.
2) Inventarisasi Pendahuluan/Pengenalan.
3) Inventarisasi untuk Penyusunan Rencana Karya.
4) Inventarisasi untuk penyusunan Rencana Penebangan.
5) Inventarisasi untuk Penyusunan Rencana Pembangunan Industri Kehutanan.
6) Inventarisasi untuk Penaksiran Nilai Tegakan.
7) Inventarisasi untuk Penyusunan Tata Guna Lahan Hutan.
8) Inventarisasi untuk Pembangunan Hutan Rekreasi.
9) Inventarisasi untuk Pengelolaan Daerah Alisan Sungai (DAS).

Tabel 1. Pendekatan relatif elemen-elemen yang diperlukan dalam Inventarisasi Hutan menurut tujuannya.

Tujuan Inventarisasi	Informasi yang diperlukan						
	Keadaan Lahan		Kondisi Pemanfaatan		Keadaan Tegakan		
	Luas	Topo-grafi	Trans-portasi	Sosek	Vol.	Riap	Etat
Pendataan Hutan Nasional	2	2	2	2	2	2	2
Penyusunan Rencana Karya	1	2	2	2	1	1	1
Inventarisasi Pendahuluan	2	3	2/3	2	2/3	3	3
Penyusunan Rencana Pembalakan	2	1	1	3	1	3	3
Penyusunan Rencana PIK (*)	2	2	1	2	1	1	1
Penaksiran Nilai Tegakan	1	2	1	3	1	3	3
Penyusunan Tata Guna Lahan Hutan	1	1	1	1	1	2	3
Pembangunan Hutan rekreasi	2	2	1	1	3	3	3
Pengelolaan Watershed	1	1	2	1	2	2	2

Sumber : Hush (1971) dalam Simon (1993 dalam Malamassam, 2009)

Keterangan : PIK (*) = Pembangunan Industri Kehutanan

1 = Sangat penting, diperlukan informasi yang akurat dan rinci.

2 = Diperlukan Informasi Secara Umum.

3 = Tidak terlalu penting (dapat diabaikan).

Berdasarkan tujuan dari masing-masing inventarisasi tersebut di atas, maka dilakukan pengumpulan data tentang berbagai elemen dengan tingkat keakuratan yang bervariasi. Untuk tujuan tertentu, diperlukan informasi rinci tentang sesuatu elemen tertentu, sedang elemen Iainnya dapat diabaikan. Untuk pendataan potensi hutan nasional, misalnya, diperlukan informasi tentang semua elemen, namun demikian informasi tersebut semuanya bersifat umum. Sebaliknya pada inventarisasi untuk penyusunan rencana penebangan (rencana eksploitasi) diperlukan informasi-informasi rinci tentang kondisi topografi, kondisi prasarana dan sarana transportasi, serta volume atau potensi kayu dalam tegakan, sedang informasi tentang luas dapatbersifat umum dan malahan informasi tentang elemen-elemen dap, etat dan kondisi sosial ekonomi dapat diabaikan.

Berdasarkan elemen-elemen yang menjadi cakupan inventarisasi hutan dalam paparan di atas maka dapat pula dijelaskan bahwa inventarisasi hutan tidak dapat dipisahkan dengan cabang-cabang ilmu yang lain. Hubungan antara inventarisasi hutan dengan beberapa cabang ilmu, yang sekaligus dapat memberi gambaran tentang posisi inventarisasi hutan di dalam rumpun ilmu-ilmu kehutanan pada khususnya dan di dalam konteks ilmu pengetahuan secara keseluruhan, dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Perencanaan Hutan dan Manajemen Hutan.

   Inventarisasi hutan dapat dikatakan sebagai ilmu yang mendukung peletakan dasar yang kuat bagi tersusunnya suatu rencana pemanfaatan hutan secara efisien dan efektif, serta menjadi salah satu alat dalam upaya mewujudkan pengelolaan hutan yang lestari. Dapat juga dikatakan bahwa Inventarisasi Hutan adalah bagian dari dan sekaligus dasar bagi Ilmu Perencanaan Hutan dan Ilmu Manajemen Hutan.

2) Silvikultur dan Ekoloqi.

   Inventarisasi Hutan dapat memfasilitasi tindakan-tindakan silvikultur guna mengakomodir kemampuan ekologis dan mengoptimalkan pendayagunaan potensi ekologi sesuatu lahan. Dengan kata lain, Inventarisasi Hutan dapat mendukung pengambilan keputusan tentang tindakan-tindakan silvikultur yang tepat dan sesuai dengan kondisi ekologis lahan hutan.

3) Ilmu Tanah dan Klimatologi.

   Inventarisasi hutan juga mengakomodir metode-metode yang dikembangkan dalam Ilmu Tanah dan Klimatologi, khususnya yang berkaitan dengan pengumpulan data tentang kondisi tanah dan kondisi iklim yang dapat menunjang pertumbuhan atau perkembangan potensi hutan.

4) Ilmu-ilmu Sosial Ekonomi.

Inventarisasi hutan mengakomodir metode-metode yang dikembangkan dalam bidang sosial ekonomi khususnya yang bersangkut paut dengan metode pengumpulan informasi tentang hubungan antara masyarakat dengan hutan. Pada satu pihak, hubungan yang dimaksudkan berkenaan dengan upaya penigkatan partisipasi masyarakat dalam mendukung upaya-upaya pengelolaan hutan. Pada pihak lain hubungan tersebut juga meliputi upaya untuk meningkatkan peranan hutan dalam mendukung peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, khususnya masyarakat yang berdomisili di dalam dan di sekitar kawasan hutan, langsung ataupun tidak langsung.

5) Matematika dan Statistika.

Inventarisasi hutan memanfaatkan teori dan metode Matematika dan Statistika, terutama yang bersangkut paut dengan teori dan metode penaksiran atau teori dan metode paramalan. Dalam kaitan dengan hal ini, Inventarisasi Hutan dapat dianggap sebagai salah satu cabang (atau mungkin ranting) dari Matematika Terapan. Penggunaan rumus-rumus matematikai, secara khusus banyak dijumpai dalam Growth Modeling dan Yield Simulation yang telah disebutkan sebelumnya sebagai sebuah ranting dari Ilmu Kehutanan atau suatu cabang dari ilmu inventarisasi hutan.

Setelah memahami pengertian dan tujuan dari inventarisasi hutan, tentunya dapat diambil kesimpulan bahwa kekayaan hutan Indonesia apabila dikelola dengan baik yang didahului dengan adanya inventarisasi hutan guna mengetahui potensi hutan sesungguhnya akan memberikan manfaat terhadap penduduk Indonesia dan masyarakat yang hidup di sekitar hutan pada khususnya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat dari Malamassam (2009) yakni kekayaan hutan akan mempunyai nilai jika

dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dalam kaitan dengan pemanfaatan inilah maka diperlukan data atau informasi yang menjadi dasar di dalam penyusunan rencana pemanfaatan termaksud. Tanpa adanya data yang cukup, baik dalam hal jumlah maupun dalam hal mutu, maka adalah mustahil untuk menyusun suatu rencana yang dapat mendukung suatu pemanfaatan kekayaan berupa hutan secara optimum.

Sejalan dengan itu pula, pengumpulan informasi atau data harus mempertimbangkan faktor-faktor efisiensi dan efektifitas. Efisiensi berarti informasi dimaksud harus mempunyai nilai manfaat yang jauh lebih besar daripada nilai pengorbanan tenaga, waktu dan biaya yang digunakan untuk mendapatkannya. Sedang efektif bermakna bahwa keberadaan atau ketersediaan data tersebut harus tepat waktu dan dapat menunjang pencapaian suatu tujuan tertentu secara tepat waktu pula. Dengan demikian, peranan inventarisasi hutan dapat disebutkan sebagai berikut :

1) Inventarisasi hutan berperan dalam penyiapan data yang akurat, melalui upaya-upaya yang efisien dan efektif.
2) Inventarisasi hutan berperan dalam menentukan tersusunnya rencana pemanfaatan kekayaan hutan secara optimum.
3) Inventarisasi hutan berperan sebagai suatu langkah awal yang sangat menentukan dalam pendayagunaan sumberdaya hutan secara lestari.

c. Potensi Sumberdaya Hutan

Pemanfaatan sumberdaya hutan tidak hanya ditujukan kepada perlindungan dan pengurusan hutannya saja, tetapi juga ditujukan kepada pemanfaatan hutan sebesar besarnya untuk kesejahteraan rakyat. Pemanfaatan serbaguna hutan secara umum telah tercermin didalam penetapan hutan berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai hutan lindung, hutan produksi dan hutan suaka alam dan hutan wisata.

Prinsip dasar pemanfaatan sumberdaya hutan adalah memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya secara berkesinambungan atau lestari. Pemanfaatan maksimal dari sumberdaya hutan perlu diusahakan melalui beberapa cara, antara lain : penerapan teknik silvikultur, pembangunan industri pengolahan kayu untuk meningkatkan nilai hasil hutan dan peningkatan intensifikasi dalam pemungutan dan pengolahan hasil hutan yang berkesinambungan, artinya mengupayakan agar produksi hutan dapat diperoleh secara terus menerus (lestari).

Knucel, (1953) menerangkan bahwa pengelolaan suatu kawasan hutan dapat dikatakan lestari bila dapat menyediakan suplai kayu selama bertahun-tahun dari tebangan yang dilakukan terhadap tegakan yang telah mencapai kondisi masak tebang. Selain itu Knucel juga menekankan bahwa kelestarian hutan tidak hanya memperhatikan volume hasil yang tetap jumlahnya, tetapi juga harus memasukan bentuk dan kualitas batang serta nilai uang yang dihasilkan.

Menurut Conservation Code 1938, kelestarian hutan dilukiskan sebagai suatu pengelolaan hutan untuk menghasilkan kayu yang berkesinambungan dengan selalu menyeimbangkan antara pertumbuhan dan pemanenan. Namun demikian perbandingan antara pertumbuhan dan pemanenan itu tidak bersifat tahunan, tetapi dapat dilakukan untuk suatu periode tertentu.

Dalam perkembangannya kelestarian hutan menuntut tingkat produksi yang konstan untuk intensitas pengelolaan hutan tertentu, dimana antara pertumbuhan dan pemanenan harus seimbang. Prinsip kelestarian hasil harus mencakup semua komoditas yang diperlukan untuk memenuhi semua kebutuhan manusia yang terus berubah. Pengelolaan hutan dirancang secara terpadu untuk semua kebutuhan agar diperoleh keuntungan maksimal baik ditinjau dari masing-masing jenis produk maupun secara keseluruhan.

Di dalam azas kelestarian hutan menurut Simon (1987) dikatakan bahwa kelestarian hutan mengandung arti sebagai berikut :

1) Tidak terjadi penurunan atau kekosongan produksi dari kayu-kayu perdagangan pada rotasi tebang (Cutting cycle) yang berikut dan seterusnya,
2) Penyelamatan tanah dan air (Soil and water conservation) dan
3) Perlindungan alam.

Dari pengertian tersebut terlihat bahwa didalam melestarikan hutan tidak hanya berarti bagaimana menjaga hutan agar terus menerus dapat diambil kayunya, akan tetapi juga harus memperhatikan fungsi hutan sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi, serta fungsi hutan untuk perlindungan alam.

d. Riap, Etat dan Daur

1) Riap

Setiap musim tumbuh kambium membentuk lapisan kayu baru dan floem baru. Pembentukan kayu baru dan floem baru secara terus-menerus menyebabkan bertambah besarnya diameter batang. Pertambahan kayu dan floem setiap musim tumbuh ini disebut riap.

Di daerah iklim sedang, dimana hanya ada satu musim tumbuh dalam satu tahun, riap pertumbuhan hanya dibentuk sekali dalam setahun. Riap pertumbuhan ini sering disebut lingkaran pertumbuhan atau lingkaran tahun dan bila kayu dipotong dengan arah melintang (transfersal) nampak sebagai lingkaran yang konsentris.

Pohon-pohon di daerah tropis mengalami pertumbuhan sepanjang tahun, sehingga lingkaran tahunnya tidak tampak dengan jelas. Oleh karena itu sulit untuk menaksir umur pohon di darah tropis dengan

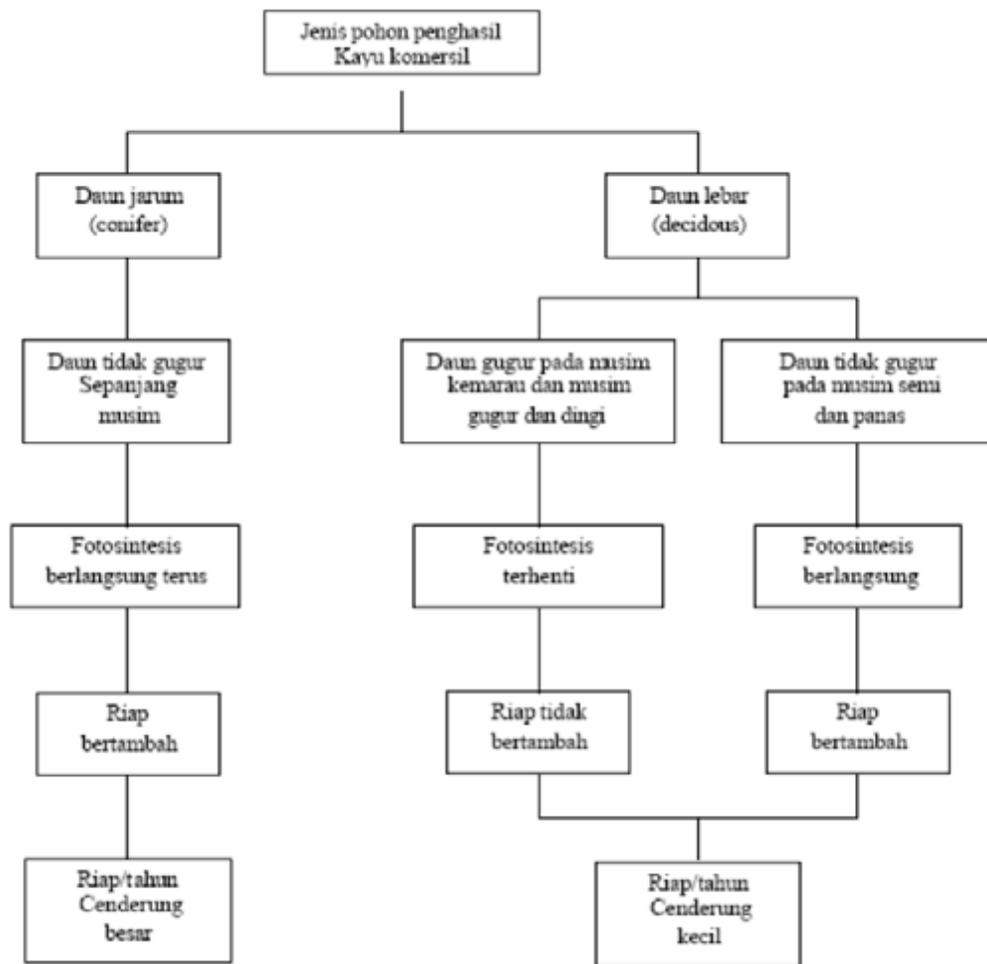
menggunakan penghitungan jumlah lingkaran tahun saja. Achmad Soemitro, et. al. (1992) dalam Manual Kehutanan menyatakan bahwa dibedakan antara pengertian riap (increment) dengan pertumbuhan, tetapi di dalam percakapan sehari-hari sering kali keudanya dianggap sinonim.

Pertumbuhan ditetapkan sebagai terminology yang bersifat umum, sedang riap lebih spesifik. Biasanya riap dipakai untuk menyatakan pertambahan volume atau tegakan per satuan waktu tertentu. Riap juga sering digunakan untuk menyatakan pertumbuhan nilai tegakan, pertambahan diameter atau tinggi pohon setiap tahun. Riap pohon berbeda-beda untuk jenis pohon yang berbeda. Untuk itu dapat dipahami bahwa riap pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor tempat tumbuh seperti kesuburan tanah, iklim dan ketersediaan air.

Hubungan antara penguguran daun dan besarnya riap pertumbuhan setiap tahunnya adalah sangat erat. Hal ini dikarenakan pada saat daun gugur, berarti kegiatan fotosintesis yang menghasilkan fotosintat yang sangat diperlukan bagi pembelahan dan perkembangan sel penyusun tanaman, juga terhenti. Lain halnya dengan jenis pohon yang tidak menggugurkan daun, terutama jenis konifer atau daun jarum dan juga jenis daun lebar yang tidak menggugurkan daun, fotosintesis akan berlangsung terus- menerus dan pemeblahan sel serta perkembangan sel dapat berkembang terus, walaupun berdasarkan penelitian dijumpai adanya fase dorman (tidur) untuk jenis-jenis ini namun lamanya tidak seperti pada pohon daun yang menggugurkan daun.

Dengan uraian tersebut maka dapat diketahui bahwa riap kayu untuk daun jarum akan memiliki kecendeungan yang lebih besar dari pada kayu daun lebar, khususnya yang menggugurkan daun bila musim kemarau (untuk daerah tropik), maupun di musim gugur (untuk daerah sedang).

Hal ini disebabkan pada saat daun gugur, proses fotosintesis tidak dapat berlangsung dengan baik atau bahkan berhenti, sehingga kegiatan pembentukan karbohidrat yang merupakan sumber energi untuk pembelahan sel dan perkembangan sel, juga terhenti dan berarti pula riap pertumbuhan pohon juga terhenti.

Untuk memahami keterkaitan riap pohon jenis daun jarum dan pohon daun lebar disajikan dalam Gambar 1.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 1. Diagram riap pohon jenis daun jarum dan pohon daun lebar

Pertumbuhan (growth) merupakan tulang punggung ilmu pengelolaan hutan yang bertujuan untuk menghasilkan kayu. Tanpa informasi tentang pertumbuhan maka suatu rencana pengelolaan hutan tidak lebih dari sekedar petunjuk untuk menghadapi pekerjaan-pekerjaan di lapangan dan bukan merupakan suatu rencana yang harus dilaksanakan untuk mencapai tujuan pengelolaan.

Riap individu dibedakan dengan riap tegakan. Riap individu pohon merupakan pertumbuhan yang terjadi pada setiap individu pohon yang meliputi riap diameter, riap luas bidang dasar, riap tinggi dan riap volume.

a) Riap Diameter

Riap diameter adalah pertambahan tumbuh diameter pohon dalam jangka waktu tertentu. Pada tegakan seumur pertumbuhan diameter dari pohon ke pohon berbeda nyata dan pada umumnya riap rata-rata diameter lebih besar pada umur muda, yaitu umur 10 – 30 tahun, kemudian diikuti oleh riap yang kecil. Riap diameter dapat dipertahankan pada tingkat yang tinggi, apabila dilakukan penjarangan. Riap diameter biasanya diwakili oleh riap diameter setinggi dada. Alat yang digunakan untuk mengukur riap diameter ini adalah "bor riap". Riap diameter tiap tahun dapat dilihat dari lebar antara lingkaran tahun tertentu.

b) Riap bidang dasar

Riap bidang dasar adalah pertambahan tumbuh bidang dasar tegakan dalam jangka waktu tertentu. Riap ini untuk membandingkan berbagai jenis pohon dan bonita tempat tumbuh. Pertumbuhan bidangdasar mencapai titik maksimum lebih cepat daripada pertumbuhan volumenya. Riap bidang dasar mempunyai pengaruh terbesar terhadap riap volume pohon. Riap ini diperoleh dari riap radial atau riap diameter.

c) Riap tinggi

Riap tinggi adalah pertambahan tumbuh tinggi pohon dalam jangka waktu tertentu. Pada tegakan seumur pertambahan tinggi tegakan lebih seragam daripada pertumbuhan diameternya. Pertumbuhan tinggi mencapai titik maksimum lebih cepat daripada pertumbuhan diameter. Riap tinggi mempunyai peranan dalam perhitungan riap volume, terutama untuk tegakan yang masih muda. Ada empat macam pendekatan untuk menentukan riap tinggi, yaitu :

- Menaksir atau mengukur panjang ruas tahunan.
- Analisis tinggi terhadap pohon yang ditebang.
- Mengukur pertambahan tinggi pohon selama periode waktu tertentu.
- Menentukan riap tinggi dengan kurva tinggi.

d) Riap Volume

Riap volume adalah pertambahan tumbuh dari volume pohon atau tegakan dalam jangka waktu tertentu.

Riap Tegakan merupakan pertumbuhan yang terjadi pada tegakan pohon dalam suatu luasan areal tertentu. Riap volume suatu tegakan bergantung kepada kepadatan (jumlah) pohon yang menyusun tegakan tersebut, jenisnya dan kesuburan tanahnya. Kalau suatu tegakan sudah tidak beriap lagi berarti dikatakan hutan tersebut sudah mencapai klimaks. Jadi mulai saat itu dan seterusnya riap tegakan sudah sama dengan nol. Riap volume selama satu daur dapat dibedakan antara riap rata-rata tahunan, riap rata-rata periodik dan riap rata-rata berjalan.

Berdasarkan jangka waktu penentuannya, maka dikenal ada riap tahunan rata-rata dan riap tahunan berjalan. Riap tahunan rata-rata

(Mean Annual Increament=MAI) adalah rata-rata riap volume dari tegakan tiap tahunnya. Sedangkan riap tahunan berjalan (Current Annual Increment = CAI) adalah riap volume dari tegakan selama jangka waktu satu tahun.

2) Daur

Istilah daur dapat diartikan juga sebagai rotasi atau pergiliran tanaman, mulai dari bibit ditanam sampai dengan umur masak tebang. Biasanya istilah ini juga dikenal dengan daur tebangan. Daur tebangan setiap jenis tanaman hutan berbeda-beda, terutama terkait dengan kualitasnya untuk diolah serta digunakan sebagai bahan baku industri. HTI (Hutan Tanaman Industri) biasanya menggunakan jenis-jenis yang cepat tumbuh (Fast Growing Tree Species), seperti Acacia mangium, Eucalyptus sp,dan jenis cepat tumbuh lainnya. Daur tebangan pada HTI pada umumnya 7 tahun.

Konsep daur digunakan untuk pengelolaan hutan seumur. Untuk hutan tak seumur istilah yang mempunyai arti sama adalah siklus tebang (cutting cycle). Daur merupakan faktor pengatur dalam pengelolaan tegakan, dan karenanya daur untuk suatu tegakan hutan ditetapkan pada waktu membuat rencana pengelolaan.

Macam-macam daur yang dikenal dalam kehutanan adalah:

a) Daur teknik.

Daur berhungan dengan penggunaan kayu yang dihasilkan oleh suatu tegakan. Daur teknik merupakan umur pada waktu suatu jenis yang diusahakan sudah dapat menghasilkan kayu yang dapat dipakai untuk tujuan tertentu. Jadi bergantung pada tujuan pengusahaannya jenis daur ini dapat panjang atau pendek. Kalau tujuan pengelolaannya untuk menghasilkan kayu bakar atau bahan pulp misalnya, maka daur teknik dapat hanya enam sampai 12 tahun saja.

b) Daur ekonomi/finansial.

Daur ekonomi adalah daur yang ditepkan berdasarkan kepada saat mana tegakan dapat memberikan pendapatan bersih atau keuntungan financial yang maksimum. Pendapatan bersih perusahaan hutan diperoleh dari penjualan kayu hasil tebangan dan penjarangan kemudian dikurangi dengan biaya penanaman dan pemeliharaan sampai tegakan mencapai akhir daur, ditambah dengan biaya administrasi.

c) Daur Silvikultur.

Daur silvikultur adalah jangka waktu yang diperlukan oleh suatu jenis pohon untuk mulai dapat melakukan permudaan kembali dengan baik. Apabila jenis tersebut biasa melakukan permudaan dengan biji, maka daur silvikultur berarti jangka waktu yang diperlukan oleh jenis tersebut untuk menghasilkan biji yang dapat digunakan untuk permudaan kembali.

d) Daur Fisik.

Daur fisik merupakan daur yang berimpitan dengan kemampuan suatu jenis untuk dapat bertahan hidup secara alami. Kadang juga diartikan atau disamakan dengan waktu sampai suatu jenis masih mampu untuk menghasilkan biji yang dapat tumbuh menjadi anakan yang sehat. Daur fisik untuk kebanyakan jenis pohon yang lazim diusahakan di kehutanan pada umumnya sangat panjang dan karena itu tidak memiliki nilai praktis.

3) Etat.

Agar pengelolaan hutan dapat dilakukan secara lestari maka harus dilakukan pengaturan penebangan sesuai dengan ketersediaan lahan dan umur tebang suatu jenis tertentu, istilah tersebut dikenal dengan Etat (jatah tebang).

Etat adalah jumlah luas areal hutan yang dapat dipanen atau jumlah kayu yang dapat dipungut dalam suatu jangka pengusahaan atau jangka waktu tertentu sedemikian rupa sehingga terjamin kelestarian pengusahaan hutan, terdiri dari Etat luas (hektar), Etat Volume (meter kubik) dan Etat jumlah pohon (batang).

Etat Tebangan Tahunan adalah jumlah luas areal hutan yang dapat dipanen atau jumlah kayu yang dapat dipungut tiap-tiap tahun sedemikian rupa selama jangka waktu pengusahaan hutan sehingga terjamin kelestarian pengusahaan hutan. Etat tebangan tahunan ini terdiri dari Etat Luas (hektar per tahun), Etat Volume (meter kubik per tahun) dan Etat jumlah Pohon (batang per tahun). Metode yang digunakan dalam Penghitungan Etat Tebangan tahunan adalah :

$$\text{Etat luas} = \frac{\text{Luas areal berhutan efektif}}{\text{Rotasi tebangan (daur)}}$$

Luas Areal Berhutan Efektif = Luas Areal Berhutan – Luas Kawasan Hutan Lindung dalam Areal

Etat Jumlah Batang = Etat Luas x Jumlah Batang per Ha x Faktor Pengamanan x Faktor Eksploitasi

Etat Volume = Etat Luas x Volume Kayu per Ha x Faktor Pengamanan x Faktor Eksploitasi

Faktor eksploitasi (fe) adalah intensitas pembalakan yang besarnya berkisar 0,7 sampai 0,9 yang ditetapkan berdasarkan kemampuan perusahaan dalam menekan besarnya limbah kegiatan eksploitasi hutan.

Penentuan Etat berdasarkan volume memiliki kebaikan dalam hal tetapnya kuantitas produksi. Tetapi memiliki kekurangan yaitu agak

sulit dalam hal pengontrolan terutama pada hutan-hutanalam dengan volume per unit arealnya yang sangat bervariasi. Dengan demikian, penentuan etat berdasarkan volume pada hutan alam dengan sistim tebang pilih yang harus diikuti permudaan secara alam akan menimbulkan konsekuensi yang berat yaitu kerusakan pada tegakan tinggal dan biaya marginal yang tidak memuaskan. Keberatan lainnya adalah kurangnya pengetahuan riap di hutan alam, padahal jatah tebangan maksimal harus sama dengan riap.

Pada pengelolaan hutan alam produksi di luar Jawa, Etat tebangan tahunan (AAC = Annual Allowable Cut) dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

Keterangan :

Etat luas = $\frac{1}{35}$ x luas areal berhutan efektif

Etat volume = $\frac{1}{35}$ x growing stock x 0,8

dengan,

35 = Siklus Tebangan.

0,8 = Faktor Keselamatan Pengelolaan Hutan.

Perhitungan etat pada kelas perusahaan jati di Jawa ditentukan berdasarkan metoda kombinasi antara luas areal dengan massa kayu. Taksiran akhir massa kayu khususnya untuk tegakan kelas umur tebang rata-rata (Utr) yaitu umur rata-rata kelas perusahaan ditambah dengan 1/2 daur. Taksiran massa kayu hutan alam ditentukan atas dasar massa kayu nyata pada waktu pelaksanaan inventarisasi hutan.

e. Metode Inventarisasi Hutan

Metode yang digunakan dalam inventarisasi hutan adalah:

1) Inventarisasi Hutan Nasional dengan sistematik sampling 20 km x 20 km, dan dapat dirapatkan menjadi 10 km x 10 km dan 5 km x 5 km.
2) Inventarisasi Hutan menggunakan metode Systematik Strip Sampling with Random Start, dengan intensitas sampling :
   a) Inventarisasi dalam rangka pencadangan IUPHHK menggunakan metode intensitas sampling 0,3% (apabila belum tersedia hasil penafsiran citra landsat) dan 0,1% (apabila telah tersedia hasil penafsiran citra landsat).
   b) Inventarisasi dengan stratifikasi berdasarkan foto udara yang berkualitas baik : 0,05 %.
   c) Inventarisasi dengan stratifikasi berdasarkan citra satelit TM/SPOT berkualitas baik (penutupan awan < 10%) : 0,1%.
   d) Inventarisasi dengan stratifikasi citra satelit kualitas kurang baik (penutupan awan > 10%) : 0,3%.
   e) Inventarisasi Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) terdiri dari
      - RKUPHH sampling dengan intensitas 1%.
      - RKLUPHH sampling dengan intensitas 5%.
      - RKTUPHH sensus 100%.
3) Inventarisasi hutan tanaman :
   a) Kelas Umur I - II : 0,5 %
   b) Kelas Umur III - IV : 1 %
   c) Kelas Umur V : 2,5 %
   d) Masak tebang miskin riap : 2,5 %
4) Inventarisasi Rotan menggunakan metode Systematic Strip Sampling dengan intensitas sampling 0,5 - 1,0 %.
5) Inventarisasi bambu menggunakan metode Systematic Strip Sampling dengan intensitas sampling 0,05 % (apabila telah tersedia peta hasil penafsiran potret udara) dan 0,1 % (apabila telah tersedia peta hasil penafsiran citra landsat TM/Spot).

6) Inventarisasi Sagu menggunakan metode Systematic Strip Sampling dengan intensitas sampling minimal 2 %.
7) Inventarisasi Nipah menggunakan metode Systimatic Sampling dengan intensitas sampling 0,05 % (apabila telah tersedia peta hasil penafsiran potret udara) dan 0,1 % (apabila telah tersedia peta hasil penafsiran citra landsat TM/Spot).
8) Inventarisasi fauna menggunakan metoda transek jalur.

Dari keterangan di atas diketahui bahwa metode inventarisasi sangat berhubungan dengan teknik penarikan contoh. Berikut ini akan dibahas terlebih dahulu mengenai konsep dasar statistik untuk pengambilan sampling (contoh).

f. Konsep Dasar Statistik untuk Pengambilan Sampling

1) Konsep Data.

Teknik penarikan contoh di lapangan, terutama pada kegiatan inventarisasi (perisalahan) hutan sangat terkait dengan data yang akan diambil di lapangan. Sebelumnya data adalah catatan atas kumpulan fakta. Data merupakan bentuk jamak dari datum, berasal dari bahasa Latin yang berarti "sesuatu yang diberikan". Dalam penggunaan sehari-hari data berarti suatu pernyataan yang diterima secara apa adanya. Pernyataan ini adalah hasil pengukuran atau pengamatan suatu variabel yang bentuknya dapat berupa angka, kata-kata, atau citra. Data bisa diperoleh melalui perancangan percobaan dan kegiatan survey. Pada perancangan percobaan, data diperoleh dari populasi buatan yang dibangkitkan melalui percobaan (experiment), misalnya: pengaruh dosis pupuk terhadap pertumbuhan semai *Gmelina arborea*.

Sedangkan pada kegiatan survey, data diperoleh dari populasi yang telah ada di alam, misalnya kegiatan inventarisasi hutan. Dari dua cara tersebut, setiap individu pada setiap populasi kemudian dilakukan pengukuran.

2) Sensus dan Sampling.

Pada kegiatan pengukuran dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui sensus dan sampling (penarikan contoh). Sensus merupakan teknik pengukuran yang dilakukan secara keseluruhan atau pengukuran 100% (full enumeration). Semua elemen di dalam populasi diukur. Sedangkan sampling (penarikan contoh), pengukuran hanya dilakukan pada sebagian elemen dari populasi. Jadi, tidak setiap elemen dalam populasi diukur.

Sensus berarti penghitungan populasi dilakukan terhadap seluruh angota populasi. Beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat melakukan sensus, yaitu:

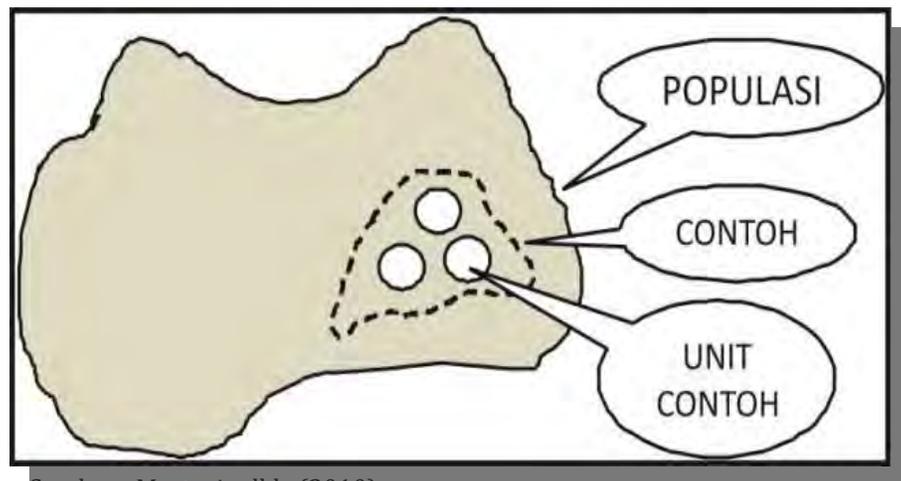
a) Pada umumnya dilakukan pada areal yang sempit.
b) Jika dilakukan pada areal yang luas, terlebih dahulu dilakukan pembagian menjadi blok-blok dengan luasan yang sama.

Beberapa kekurangan pelaksanaan survey secara sensus, yaitu :

a) Sangat mahal dan memerlukan tenaga kerja yang banyak.
b) Untuk survey satwa, satwa tersebut harus dalam keadaan menetap, tidak berpindah-pindah.
c) Sangat memungkinkan terjadinya penghitungan ganda.

Kegiatan inventarisasi (perisalahan) hutan merupakan kegiatan yang dilakukan dimana datanya diperoleh melalui kegiatan survey dan pengukurannya dilakukan dengan sistem sampling (penarikan contoh).

Hal ini bisa dipahami karena seperti yang kita ketahui bahwa hutan meliputi wilayah yang cukup luas. Pengukuran dengan cara sensus bisa saja dilakukan namun dipastikan akan tidak efisien dalam hal waktu, biaya, dan tenaga kerja.

Lebih jauh kita akan membahas sampling (penarikan contoh). Sampling (penarikan contoh) adalah pendugaan karakteristik suatu populasi berdasarkan contoh (sample) yang diambil dari populasi tersebut. Sampling digunakan untuk memperoleh nilai dugaan dari populasi yang sedang dipelajari. Perhatikan gambar 2. di bawah ini.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 2. Populasi, contoh dan unit contoh

Dari gambar di atas kita mengetahui bahwa contoh merupakan bagian dari populasi. Untuk lebih jelasnya marilah kita bahas mengenai pengertian populasi dan contoh di atas.

3) Populasi, Contoh dan Unit Contoh.

Populasi adalah keseluruhan unit atau individu yang ada dalam ruang lingkup yang sedang diteliti atau dibicarakan. Populasi juga merupakan suatu himpunan unit-unit (elemen-elemen) dari satuan yang sama, yang

batasnya harus dinyatakan dengan jelas. Sebagai contoh suatu hutan dapat dipandang sebagai himpunan dari:

a) Setiap pohon yang ada di dalamnya, dengan nilai yang diamati adalah tinggi pohon. Dalam hal ini populasi adalah himpunan/kumpulan dari semua tinggi pohon pada hutan tersebut.
b) Diameter pohon dapat merupakan populasi lain ataupun volume pohon pada bagian tertentu dari batang juga merupakan suatu populasi tersendiri.

Agar dapat mencirikan populasi sebagai suatu keseluruhan, seringkali digunakan konstanta tertentu yang disebut parameter. Parameter dapat merupakan nilai tengah setiap plot dalam populasi, jumlah satuan penarikan contoh dalam populasi atau variasi yang terdapat di antara nilai-nilai satuan.

Contoh adalah kumpulan unit-unit contoh (sampling units) yang diambil dari suatu kerangka penarikan contoh (sampling frame) dengan prosedur tertentu. Sedangkan unit contoh adalah kumpulan elemen-elemen (objek-objek yang akan diukur) yang tidak saling bertampalan (non-overlapping) dari suatu populasi yang melingkupi seluruh populasi tersebut. Adapun kerangka penarikan contoh adalah daftar semua unit contoh dalam populasi (1,2, …, N).

Ukuran populasi merupakan banyaknya unit contoh dalam populasi (dinotasikan dengan ‘N’). Ukuran contoh merupakan banyaknya unit contoh yang diambil dari populasi (dinotasikan dengan ‘n’). Sedangkan Intensitas Sampling merupakan proporsi ukuran contoh terhadap ukuran populasi (dinotasikan dengan ‘IS’). Nilai yang mencerminkan karakteristik populasi disebut dengan parameter. Sedangkan nilai yang mencerminkan karakteristik contoh disebut dengan statistik.

4) Pengambilan/Penarikan Sampel (Contoh).

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwa kegiatan perisalahan (inventarisasi) hutan merupakan kegiatan yang dilakukan dimana datanya diperoleh dengan sistem sampling (penarikan contoh). Nah, dalam sampling, contoh digunakan untuk memperoleh nilai dugaan (estimate) yang akurat/tepat bagi parameter populasi. Jadi, tujuan pengambilan sampel adalah memperoleh keterangan mengenai populasi dengan mengamati hanya sebagian dari populasi itu.

Pengambilan sampel dilakukan dengan alasan :

a) Sering tidak mungkin mengamati seluruh anggota populasi.
b) Pengamatan seluruh populasi tidak praktis dan efisien.
c) Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan lain, misalnya: keterangan yang dikehendaki mengenai populasi tidak perlu tepat sekali; atau jumlah tenaga, waktu, dan biaya yang harus dikorbankan untuk memperoleh keterangan itu.

Perumpamaan sampling ini adalah :

> "Seorang koki yang mencicipi satu sendok sup untuk mengatakan bahwa satu panci sup yang dimasaknya memang lezat. Satu sendok sebagai unit contohnya sedangkan satu panci sup adalah unit populasinya. Kita tentunya tidak perlu menghabiskan satu panci sup tersebut baru mengatakan bahwa sup tersebut rasanya enak, bukan?".

Keuntungan sampling diantaranya adalah menghemat sumber daya waktu, biaya, dan tenaga kerja, kecepatan mendapatkan informasi, ruang lingkup lebih luas, data/informasi yang diperoleh lebih teliti dan mendalam, dan pekerjaan lapangan lebih mudah dibandingkan dengan cara sensus.

Pengambilan sampel didasarkan kepada anggapan bahwa didalam sebuah populasi terdapat perbedaan-perbedaan atau simpangan-simpangan antara anggota-anggota populasi. Sebagian dari anggota-anggota populasi lebih kecil dari harga rata-rata dan sebagian lagi lebih besar.

Akan tetapi, jika populasi itu ditinjau sebagai suatu keseluruhan, maka sifat-sifat yang berbeda tadi tidak akan Nampak, yang menonjol adalah sifat umum dari populasi tadi, yaitu harga rata-ratanya. Jadi, teori pengambilan sampel didasarkan atas adanya pengaruh saling menghilangkan diantara anggota-anggota populasi itu.

Di dalam sampel yang ditarik dari sebuah populasi, diharapkan adanya pengaruh yang saling menghilangkan antara anggota-anggota sampel. Dengan adanya pengaruh yang demikian maka sampel itu dapat memberi gambaran yang baik dari populasi dan keterangan yang diperoleh dari sampel itu dapat mendekati keterangan yang sebenarnya mengenai populasi. Untuk menjamin adanya pengaruh yang saling menghilangkan itu, haruslah diusahakan agar sampel yang dibentuk itu cukup besar. Dan untuk memperbesar peluang bahwa sampel itu menjadi gambaran yang baik dari populasi, haruslah menarik sampel itu secara acak (random) (teknik pengambilan secara acak ini akan dibahas lebih lanjut).

Populasi (*population*) :
= keseluruhan unit atau individu yang ada dalam ruang lingkup yang sedang diteliti atau dibicarakan.

Contoh (*sample*) :
= kumpulan unit-unit contoh (*sampling units*) yang diambil dari suatu kerangka penarikan contoh (*sampling frame*) dengan prosedur tertentu.

Unit contoh (*sampling unit*) :
= kumpulan elemen-elemen (obyek-obyek yang diukur) yang tidak saling bertampalan (*non-overlapping*) dari suatu populasi yang melingkupi seluruh populasi tersebut.

Kerangka penarikan contoh (*sampling frame*) :
= daftar semua unit contoh dalam populasi (1, 2, …, N)

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 3. Gambaran kerangka penarikan contoh

5) Ketelitian, Keakuratan, dan Bias.

Selanjutnya, ketelitian (precision) adalah derajat kesesuaian (degree of agreement) dari suatu rangkaian pengukuran. Dalam sampling, ketelitian merupakan penyimpangan nilai-nilai pengukuran (dari contoh) terhadap nilai rata-ratanya (ditunjukkan oleh nilai simpangan baku).

Keakuratan/ketepatan (accuracy) adalah derajat kedekatan suatu nilai pengukuran terhadap nilai sebenarnya. Dalam sampling, keakuratan/ketelitian ini merupakan besarnya penyimpangan nilai-nilai dugaan dari contoh terhadap nilai parameter populasinya. Walaupun pada kenyataannya parameter populasi seringkali tidak diketahui.

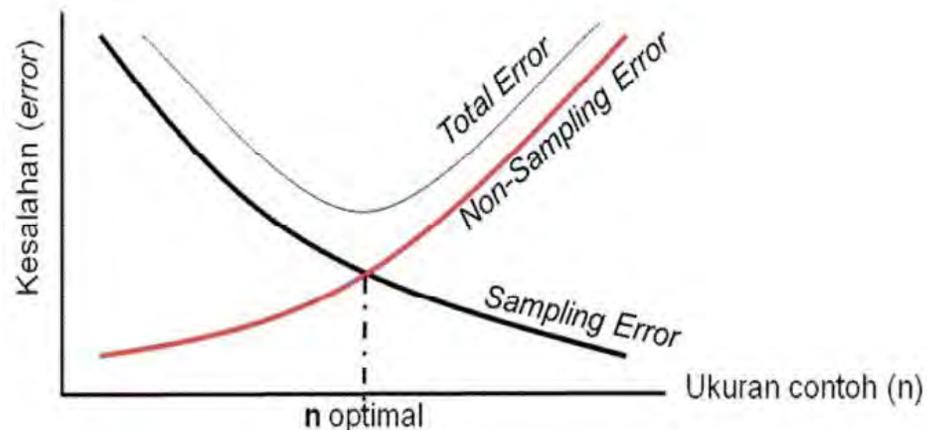
Adapun bias (sifat memihak) merupakan kesalahan sistematis yang disebabkan oleh kesalahan dalam prosedur pengukuran, kesalahan alat, kesalahan dalam prosedur sampling, kesalahan perhitungan, kesalahan dalam pencatatan, dan sebagainya.

Di dalam pengambilan sampel harus diusahakan agar sampel yang terbentuk seratus persen bebas dari sifat memihak atau bias ini. Contohnya, penggunaan tabel volume akan memberikan bias bila lokasi atau areal dimana tabel volume tersebut dibuat, berbeda dengan keadaan tanah dan iklimnya dengan lokasi dimana pengukuran dilakukan.

Adanya bias di dalam penarikan sampel berarti adanya ketidaksempurnaan dari sampel yang ditarik. Sampel yang ditarik dengan cara seperti itu tidak akan representative (mewakili) dan tidak akan dipakai sebagai gambaran yang baik dari populasi. Jika suatu sampel tidak merupakan suatu gambaran yang baik dari populasi, maka keterangan yang akan diperoleh dari sampel itu mengenai populasi tidaklah berlaku.

6) Kesalahan dalam Sampling.

Lebih jauh lagi, jenis kesalahan dalam sampling dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu: kesalahan non-sampling dan kesalahan sampling. Kesalahan non-sampling merupakan kesalahan yang bukan berasal dari pengambilan contoh. Kesalahan ini muncul sebagai akibat dari adanya kesalahan pengukuran (measurement error), kesalahan alat (instrument error), kesalahan karena faktor pengukur (human error), dan kesalahan karena faktor lingkungan (environment error). Besarnya kesalahan pada jenis kesalahan ini sulit dihitung dengan pasti.

Adapun kesalahan sampling (sampling error) merupakan kesalahan yang disebabkan karena dilakukannya pengambilan contoh (sampling). Maksudnya adalah adanya korelasi antara unit contoh yang kecil dengan tingkat kesalahannya. Semakin kecil unit contoh yang dipakai/diambil maka kesalahan samplingnya semakin besar. Secara umum dapat digambarkan perbandingan antara kedua jenis kesalahan di atas sebagai berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 4. Perbandingan kesalahan sampling dengan ukuran contoh

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa kesalahan yang ditimbulkan dari faktor non-sampling sebanding dengan ukuran contoh yang diambil. Sedangkan, kesalahan dari faktor samplingnya berbanding terbalik dengan ukuran contoh yang diambil.

7) Perhitungan Statistik Dasar untuk Teknik Sampling.

Ada enam perhitungan statistik dasar yang akan kita bahas, yaitu: Intensitas Sampling, Nilai Tengah Contoh (Mean), Varians dan Simpangan Baku (Standar Deviasi), Kesalahan Baku Nilai Tengah (Standard Error), Selang Kepercayaan (Confidence Interval), dan Kesalahan Taksiran. Berikut ini penjelasan dari masing-masing perhitungan tersebut.

a) Intensitas Sampling (IS).

Intensitas Sampling (IS) adalah suatu bilangan yang menggambarkan perbandingan antara jumlah contoh dengan jumlah populasi seluruhnya. Intensitas sampling dapat dinyatakan dalam bilangan desimal atau persen.

Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$f = \frac{n}{N}$$

dengan,

f = intensitas sampling.
n = ukuran contoh.
N = ukuran populasi.

Misalnya, dari seratus batang pohon, hanya diambil 10 pohon untuk diukur sebagai pohon sampel (contoh). Hal ini berarti bahwa IS-nya adalah 10/100 = 0,1 atau 10%.

Selanjutnya, bila dari suatu hutan dengan luas 1000 hektar (ha) dibuat petak ukur sebanyak 200 buah yang tersebar merata sebagai sampelnya dimana luas setiap petak adalah 0,1 ha, maka IS-nya adalah :

$$f = \frac{(200 \text{ x } 0{,}1)}{1000}$$

$$f = \frac{20}{1000} = 0{,}02$$

$$f = 0{,}02$$

b) Nilai Tengah Contoh (Sampel Mean)

Nilai tengah contoh atau rata-rata perhitungan biasanya ditandai dengan ($\bar{x}$), yang besarnya :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

dengan,

xi = nilai individu pengamatan ke-i; dan

n = jumlah pengamatan contoh

Contoh!

Diperoleh data dari lapangan seperti berikut :

Hasil pengamatan tinggi pohon adalah 8, 12, dan 10 m.

Berapa nilai tengah dari nilai yang diperoleh tersebut?

Jawab!

Nilai tengah contoh

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$\bar{x} = \frac{8 + 12 + 10}{3}$

$\bar{x} = \frac{30}{3n}$

$\bar{x} = 10$

Jadi nilai tengah tinggi diameter pohon hasil pengukuran adalah 10 m.

c) Varians dan Simpangan Baku (Standar Deviasi).

Diameter pohon dari suatu tegakan selalu bervariasi, sekalipun tegakan tersebut merupakan tegakan seumur. Sebagian dari pohon akan mempunyai diameter lebih kecil dari rata-ratanya dan sebagian lagi lebih besar. Karena diameter rata-rata hanya satu, padahal kenyataannya ada variasi, maka untuk melengkapi keterangan dari harga rata-rata tersebut diperlukan ukuran besarnya variasi atau varians.

Pada umumnya varians dari populasi tidak atau sangat jarang dapat diketahui. Sebagai taksiran digunakan varians yang dihitung dari contoh-contoh atau sampel, yaitu:

$$Sd^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - {(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}/{n}}{n - 1}$$

dengan,

Sd^2 = varians

x_i = besarnya nilai dari contoh ke-1

ẍ = harga rata-rata

n = jumlah pohon

Seringkali variasi dari contoh itu dinyatakan dalam bentuk akar dari varians yang disebut dengan simpangan baku atau standar deviasi (Standard Deviation). Jadi, simpangan baku juga merupakan ukuran penyebaran dari pengamatan-pengamatan individu terhadap nilai tengahnya. Penaksiran simpangan baku ini dihitung dari persamaan berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2/n}{n - 1}}$$

dengan,

$(x_i - \bar{x})^2$ = kuadrat simpangan baku pengamatan individu terhadap nilai tengah.

$d\sum_{i=1}^{n} x_i^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \cdots + x_n^2$

$(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2 = (x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n)^2$

d) Kesalahan Baku Nilai Tengah (Standard Error).

Kesalahan baku adalah simpangan variasi pengamatan individu contoh terhadap nilai tengahnya. Dengan banyaknya individu yang bervariasi terdapat juga variasi diantara nilai tengah yang dihitung dari contoh-contoh yang berbeda dari individu ini. Nilai tengah diameter suatu tegakan hutan yang ditaksir dari contoh tiga buah pohon jarang sama dengan penaksiran nilai yang didapatkan dari tiga buah pohon lainnya. Suatu ukuran variasi antara nilai tengah contoh adalah kesalahan baku nilai tengah.

Kesalahan baku nilai tengah ini dapat digunakan untuk menghitung selang kepercayaan nilai tengah populasi atau dalam penentuan ukuran contoh yang ditentukan untuk mencapai ketepatan penarikan contoh tertentu. Perhitungan kesalahan baku nilai tengah ini tergantung kepada teknik pengambilan contoh. Untuk penarikan contoh acak sederhana tanpa pemulihan, maka rumus untuk menaksir kesalahan baku nilai tengah sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{N - n}{N} \text{ x } \frac{{S_d}^2}{n}}$$

$$S_x = \sqrt{(1 - f) \text{ x } \frac{{S_d}^2}{n}}$$

dengan,

(1 – f) =koreksi populasi terbatas (finite population correction)

f = intensitas sampling

N = ukuran populasi

n = ukuran contoh

Sedangkan untuk nilai-nilai sampling dari luas yang berbeda, misalnya unit sampling berbentuk jalur, rumusan taksiran nilainya adalah :

Taksiran harga rata-rata per satuan luas adalah :

$$\overline{V} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i / n}{\sum_{i=1}^{n} X_i / n}$$

$$\overline{V} = \frac{\overline{Y}}{\overline{\overline{X}}}$$

Taksiran kesalahan baku nilai tengahnya adalah :

$$Sv = \sqrt{\frac{(1 - f)\overline{V}^2}{n\,(n - 1)} \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} {Y_i}^2}{\overline{Y}^2} + \frac{\sum_{i=1}^{n} {X_i}^2}{\overline{X}^2} - \frac{2 \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i}{\overline{XY}} \right)}$$

e) Selang Kepercayaan (Convidence Interval).

Nilai tengah contoh bervariasi di sekitar nilai tengah sebenarnya di dalam populasi. Pembuatan penaksiran dengan interval melengkapi suatu metode dalam penaksiran bagaimanakah peluangnya suatu nilai tengah contoh yang mungkin lebih dari suatu jarak tertentu dari nilai tengah sebenarnya.

Kesalahan baku nilai tengah dan suatu nilai dari tabel t digunakan untuk menetapkan suatu convidence interval. Untuk penaksiran contoh acak sederhana dari populasi yang tersebar merata, convidence interval populasi dihitung dengan rumus :

$$CI = \bar{x} + t\,.\,S_x$$

dengan,

$\bar{x} + t\,.\,S_x$ = Batas atas interval.

$\bar{x} - t\,.\,S_x$ = Batas bawah interval.

CI = Convidence Interval (selang kepercayaan).

$\bar{x}$ = Nilai tengah.

S_x = Kesalahan Baku.

t = Satuan nilai dari tabel t yang ditetapkan berdasarkan batas kepercayaan dan derajat bebasnya.

Misalnya, batas kepercayaan (convidence limits) ditetapkan sebesar 95% dan jumlah sampel (n) = 10, maka nilai t dilihat di tabel yang mempunyai kolom 0,05 dan baris ke-9 (n-1) (derajat bebasnya).

f) Kesalahan Taksiran.

Kesalahan taksiran (ketelitian) dinyatakan dalam persentase $t\,.\,S_x$ terhadap nilai rata-ratanya. Biasanya untuk penaksiran massa kayu tegakan hutan besarnya ketelitian ini ditetapkan 10 s.d 15%.

$$T = \frac{t\,.\,S_x}{\bar{x}}\,.\,100\%$$

dengan,

T = kesalahan taksiran.

Bila Anda sudah semakin mengerti mengenai sampling, selanjutnya :

1) Bagaimana sampling untuk kegiatan inventarisasi hutan?
2) Apa yang masuk sebagai populasinya?
3) Apa yang masuk sebagai unit contohnya (baik bentuk maupun ukurannya)?

Untuk dapat menjawab tersebut, mari simak materi selanjutnya mengenai **Sampling dalam Inventarisasi Hutan!**

g. Sampling dalam Inventarisasi Hutan.

Dalam kegiatan inventarisasi hutan, suatu kawasan hutan yang akan diinventarisir adalah suatu populasi. Dari populasi yang sangat besar dan luas itu maka diambil bentuk dan unit contoh tertentu, sehingga dapat menduga karakteristik dari populasi yang ada. Dalam kegiatan inventarisasi hutan, individu pohon jarang dipakai sebagai unit contoh. Pada umumnya, unit contoh pada kegiatan inventarisasi hutan ini adalah dalam bentuk plot (petak ukur) yang berisikan sekumpulan pohon.

Bentuk dan Ukuran Unit Contoh.

1) Bentuk Unit Contoh.

   Bentuk unit contoh yang digunakan disesuaikan dengan target yang akan diinventarisir, kondisi kerapatan (jumlah individu per hektar), serta keragaman bentuk hidup (pohon, semak, terna, epifit, parasit, dsb). Bentuk unit contoh yang dapat digunakan dalam kegiatan inventarisasi hutan adalah sebagai berikut :

a) Plot lingkaran (Circular Plot):

Bentuk ini cocok untuk pencuplikan rumput, semai, dan semak. Keuntungan utama penggunaan plot lingkaran adalah mempunyai batas plot (keliling) yang minimum untuk luas tanah tertentu dari lingkaran dibanding dengan bentuk geometri sederhana lainnya. Hal ini berarti meminimumkan jumlah pohon batas. Sebagai contoh, untuk unit sampling yang luasnya 0,1 ha :

- Apabila plotnya berbentuk lingkaran, maka kelilingnya adalah :
  Luas = πr^2, hal ini berarti D (diameter) = 35,69 m
  Maka, keliling = πD = 112,07 m
- Apabila plotnya berbentuk segi empat :
  Luas unit sampling (1000 m^2) = 40 m x 25 m
  Keliling = (2 x 40) + (2 x 25) = 130 m
- Apabila plotnya berbentuk bujur sangkar :
  Luas unit sampling (1000 m^2) = 31,62 m x 31,62 m
  Keliling = 4 x 31,62 = 126,48 m

Dari contoh perhitungan keliling tiga bentuk petak ukur tersebut di atas, terlihat bahwa plot ukur lingkaran mempunyai keliling terkecil untuk luas unit sampling 0,1 ha.

Penggunaan plot ukur lingkaran pada hutan tropika dengan topografi yang berat kurang disukai. Disamping kesulitan dalam membuat batas plot, pada bidang miring plot ukur dapat berbentuk ellips.

Plot ukur lingkaran sering digunakan dalam inventarisasi jati. Ukuran petak ukur yang digunakan sebagai unit sampling tergantung dari kelas umur hutan jati yang mau diinventarisasi, yaitu:

- Luas 0,02 ha (jari-jari (r) lingkaran 7,94 m) untuk kelas umur (KU) I-II.
- Luas 0,04 ha (jari-jari (r) lingkaran 11,28 m) untuk KU III-IV.
- Luas 0,1 ha (jari-jari (r) lingkaran 17,8 m) untuk KU V ke atas dan miskin riap.

b) Plot segi empat (Rectangular Plot).

Bentuk ini cocok untuk penilaian biodiversitas suatu vegetasi hutan. Plot ini terdiri dari: Bujur sangkar (square plot) dan jalur (line/strip). Bentuk plot ukur ini dapat dianggap sebagai penyederhanaan dari bentuk petak ukur jalur. Semakin memanjang bentuk plot persegi empat untuk ukuran tertentu, semakin banyak kecermatannya.

Plot ukur segi empat sering digunakan untuk menaksir potensi permudaan atau pada hutan tanaman untuk menilai keberhasilan tanaman. Pada pelaksanaan Inventarisasi Tegakan Tinggal, ukuran plot tergantung pada jenis permudaan yang diinventarisasi, yaitu :

- Untuk pohon inti (ukuran plot 20 m x 20 m).
- Untuk permudaan tingkat tiang (10 m x 10 m).
- Untuk permudaan tingkat tiang (5 m x 5 m).
- Untuk permudaan tingkat tiang (2 m x 2 m).

Catatan!

Pada hutan tanaman yang berumur lebih dari 4 tahun, penentuan ukuran segi empat dari petak ukur didasarkan pada jarak tanamannya.

Sebagai contoh cara penetapan ukuran plot!

Apabila ditentukan luasan unit sampling untuk inventarisasi suatu areal adalah 0,2 ha dan jarak tanam pada areal tersebut adalah 3 m x 3 m, maka bentuk petak ukur segi empatnya adalah kemungkinan-kemungkinan bentuk petak ukur yang mendekati 0,2 Ha (2000 m) dengan ketentuan sebagai berikut :

- Langkah pertama akarkan luas plot ukur tersebut ...$\sqrt{2000}$ = 45 m
- Buat sisi-sisi dari segi empat yang merupakan kelipatan dari jarak tanam yang luasnya tidak melebihi 2000 m^2.
- Kemungkinan-kemungkinan tersebut adalah :
  - (15 x 3) x (15 x 3) = 2025 m^2
  - (16 x 3) x (14 x 3) = 2016 m^2
  - (17 x 3) x (13 x 3) = 1989 m^2
  - (18 x 3) x (12 x 3) = 1944 m^2
  - (20 x 3) x (11 x 3) = 1980 m^2
- Yang paling mendekati 2000 m^2 adalah 1989 m^2. Jadi ukuran plot ukur segi empat yang dipakai untuk menginventarisasi areal yang jarak tanamnya 3 m x 3 m dengan luas unit sampling 0,2 ha adalah 51 m x 39 m.

c) Tanpa Plot (Plotless) :

Bentuk ini digunakan dengan menentukan titik-titik pengamatan tertentu tanpa membuat plot.

d) Contoh pohon (trees sampling) :

Bentuk ini dilakukan dengan cara mengambil satuan jumlah pohon, misalnya 6 pohon, 8 pohon, dst.

e) Plot ukur dalam jalur (line plot) :

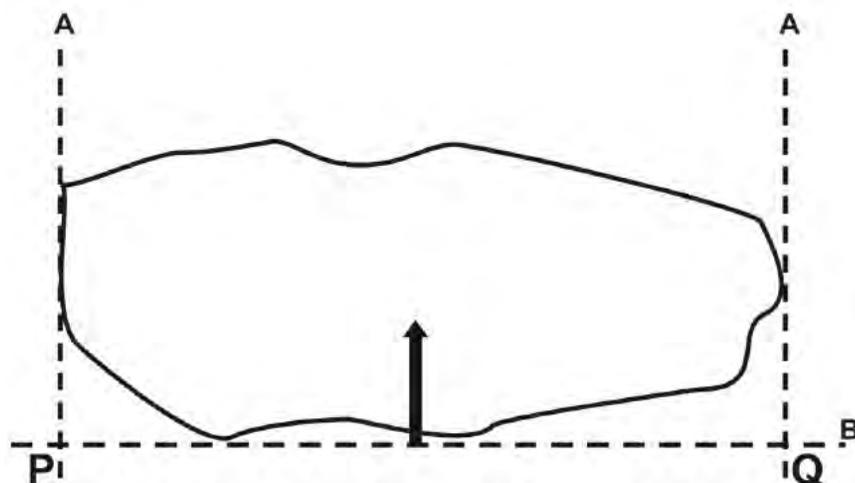
Bentuk ini merupakan gabungan dari metode pembuatan jalur dan pembuatan plot, dan cocok untuk penilaian biodiversitas suatu vegetasi hutan.

Bentuk plot ukur ini banyak digunakan dalam inventarisasi hutan tropika campuran karena pembuatannya di lapangan mudah dilakukan. Untuk memungkinkan kontrol pelaksanaan pencatatan yang baik, lebar jalur tidak melebihi 30 meter. Umumnya lebar jalur yang sering digunakan adalah 20 meter.

Arah jalur ukur yang dibuat di lapangan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Sedapat mungkin memotong bukit atau sungai untuk mendapatkan data keadaan vegetasi yang lengkap
- Jumlah dan jarak antara jalur ukur sesuai dengan yang ditetapkan.

Sebagai contoh, gambar berikut merupakan areal yang akan diinventarisasi :

Skala peta 1: 10.000.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 5. Jalur ukur pada areal yang akan diinventarisasi

Misalkan, inventarisasi dilakukan dengan Intensitas Sampling (IS) 10%, petak ukur berbentuk jalur dengan lebar 20 m, dan arah jalur adalah utara-selatan (azimut 00/1800).

Tahapan dalam perhitunga jumlah jalur adalah sebagai berikut :

- Buat garis sejajar dengan arah jalur yang memotong batas luar petak (garis A).
- Buat garis tegak lurus dengan arah jalur sampai memotong garis A (garis B).
- Hitung panjang garis B ini (misalnya PQ = 16 cm).
  - Panjang areal di lapangan = 16 cm x 10.000 = 160000 cm = 1600 m.
  - Jumlah populasi jalur $= \frac{\text{Panjang areal}}{\text{lebar jalur}}$

    $= \frac{1600}{20}$ m

    = 80 jalur
  - Jumlah jalur ukur = Intensitas sampling x populasi

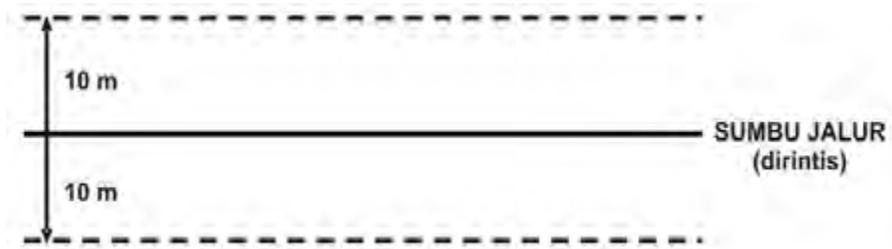
    $= \frac{10}{100} \times 80$

    = 8 jalur

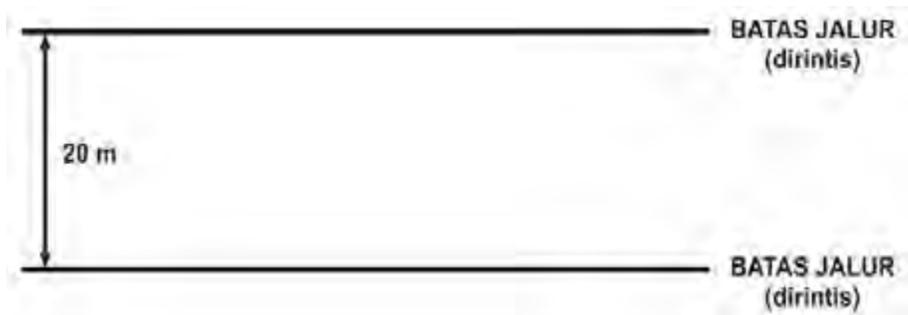
Panjang jalur ukur yang dihitung adalah jarak datarnya atau proyeksinya. Pengukuran panjang di lapangan yang miring dapat dilakukan dengan dua cara:

- Sepanjang lereng (dengan menggunakan alat ukur lereng).
- Horizontal (dengan pengukuran bertahap).

Pembuatan jalur di lapangan dapat dilakukan dengan dua cara :

- Jalur dibuat dengan sistem sumbu jalur.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 6. Jalur dengan sistem sumbu jalur

- Jalur dibuat dengan sistem batas antar jalur

Sumber : Masturin dkk. (2010)

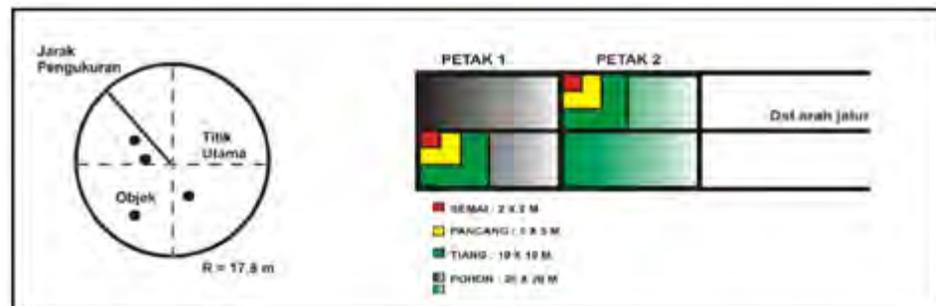
Gambar 7. Jalur sistem batas antar jalur

Plot ukur sistem sumbu jalur umumnya digunakan pada inventarisasi hutan alam dengan sistem sampling. Sedangkan plot ukur jalur sistem batas jalur umumnya digunakan dalam pelaksanaan Inventarisasi Tegakan Sebelum Penebangan (ITSP).

Pohon batas sering dijumpai di lapangan, yaitu pohon-pohon yang terletak persis 10 meter kiri kanan sumbu jalur (pada pembuatan jalur sistem sumbu jalur) atau pohon-pohon yang terletak persis pada batas jalur yang dirintis (pada pembuatan jalur sistem batas jalur). Dalam inventarisasi hutan, pohon batas dimasukkan atau dikeluarkan dari jalur secara berselang seling.

2) Ukuran Unit Contoh.

Ukuran unit contoh dapat dinyatakan dalam bentuk :

a) Ukuran luas (hektar), misal 0,02 ha, 0,04 ha, 0,1 ha (pada plot lingkaran dan plot empat persegi panjang).
b) Ukuran lebar (meter), misal 10 m, 20 m (pada jalur).
c) Satuan faktor bidang dasar (Basal Area Factor, BAF), misal BAF-1, BAF-2 (pada point sampling).
d) Satuan jumlah pohon, misal 6 pohon, 8 pohon (pada tree sampling).

Sumber : Masturin dkk. (2010)

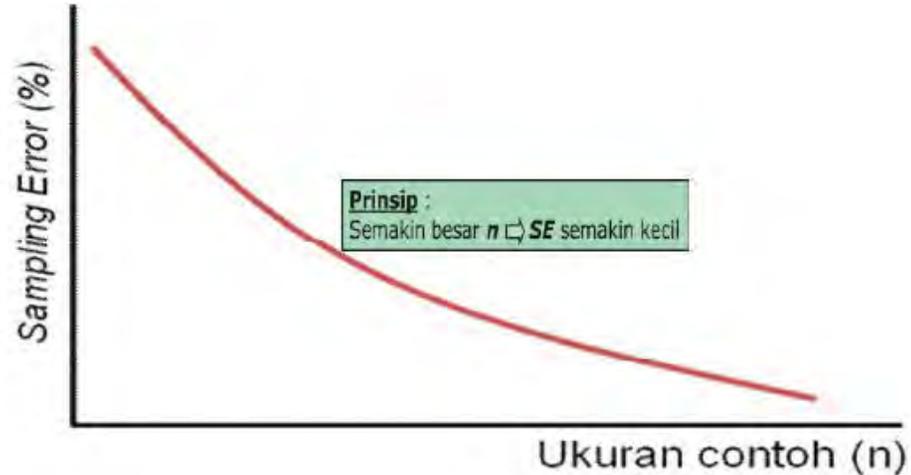
Gambar 8. Bentuk dan ukuran unit contoh

3) Penentuan Ukuran Contoh.

Berapa banyak contoh yang harus diambil adalah tergantung dari beberapa faktor berikut ini, yaitu :

a) Tingkat ketelitian pendugaan yang dikehendaki.
    - Ditunjukkan oleh maksimum sampling error (SE) yang masih ditolelir.
    - Apabila SE kecil maka ukuran contoh harus lebih besar.
b) Keragaman karakteristik populasi.
    - Apabila populasi relatif heterogen, maka ukuran contoh harus lebih besar.

c) Sumberdaya (biaya, waktu, tenaga) yang tersedia.

Apabila sumberdaya terbatas maka ukuran contoh yang diambil dapat lebih sedikit.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 9. Hubungan antara jumlah ukuran contoh dengan Sampling Error

h. Cara Pengambilan Contoh (Rancangan Sampling).

Atas dasar penyebaran unit sampel, cara pengamatan (rancangan) sampling dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu cara pengamatan secara acak sederhana dan sampling secara sistematik.

Sampling secara random merupakan induk dari cara-cara sampling yang kini terdapat. Pemilihan unit-unit sampel atau contoh dilakukan dengan menggunakan tabek random atau secara undian. Penggunaan cara sampling ini dimaksudkan untuk memperoleh penaksiran tentang kesalahan sampling dari nilai rata-rata dan total data lapangan.

Sampling secara sitematik merupakan cara sampling dimana hanya unit sampel pertama dipilih secara random, sedangkan unit sampel selanjutnya diambil secara beraturan (di lapangan diletakkan pada jarak-jarak yang sama).

Seringkali sesuatu objek atau populasi yang diamati keadaannya tidak seragam, misalnya di bidang kehutanan dengan adanya komposisi jenis, bonita, umur, diameter, tinggi, dan lain sebagainya yang bervariasi. Berdasarkan atas pertimbangan keadaan populasi ini, timbul suatu ide untuk mengelompokkan ke dalam unit-unit yang seragam, yang disebut stratum. Kegiatan sampling yang dilakukan merupakan modifikasi dari kedua cara sampling tersebut di atas dan disebut stratified random/systematic sampling. Selanjutnya, modifikasi-modifikasi lain banyak dihasilkan, seperti cluster sampling, double sampling, stage sampling, dan lain sebagainya.

1) Teknik Acak Sederhana (Simple Random Sampling).

   Dalam teknik acak ini, setiap unit contoh memiliki peluang yang sama untuk terpilih. Dengan demikian, cara sampling ini dapat menghasilkan penaksiran yang bebas dari bias.

   Banyaknya kombinasi beranggotakan n yang dapat dibentuk dari N buah objek adalah :

$$\binom{N}{n} = \frac{N\,!}{n\,!\;(N-n)\,!}$$

   Contoh! Hitunglah banyaknya kombinasi dari sampel beranggotakan 3 buah jalur contoh yang dapat dibentuk dari sebuah populasi yang terdiri dari 6 buah jalur adalah :

$$\binom{N}{n} = \frac{N\,!}{n\,!\;(N-n)\,!}$$

$$\binom{6}{3} = \frac{6\,!}{3\,!\;(6-3)\,!}$$

$$\binom{6}{3} = \frac{6 \text{ x } 5 \text{ x } 4 \text{ x } 3 \text{ x } 2 \text{ x } 1}{3 \text{ x } 2 \text{ x } 1\;(3)\,!}$$

$$\binom{6}{3} = \frac{6 \, x \, 5 \, x \, 4}{3 \, x \, 2 \, x \, 1}$$

$$\binom{6}{3} = 20$$

Kesimpulannya adalah :

Dari 6 buah jalur tersebut, dapat dibentuk 20 buah sampel (yang berbeda satu sama lain) yang masing-masing beranggotakan tiga buah jalur contoh.Sampel-sampel tersebut disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi dari sampel beranggotakan 3 buah jalur contoh yang dapat dibentuk dari sebuah populasi yang terdiri dari 6 buah jalur.

(1,2,3)		(2,3,4)
(1,2,4)		(2,3,5)
(1,2,5)		(2,3,6)
(1,2,6)		(2,4,5)
(1,3,4)		(2,4,6)
(1,3,5)		(2,5,6)
(1,3,6)		(3,4,5)
(1,4,5)		(3,4,6)
(1,4,6)		(3,5,6)
(1,5,6)		(4,5,6)

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Dengan menggunakan teknik ini, seluruh hutan dianggap sebagai satu populasi. Apabila satuam penarikan sampel tegakan hutan dianggap sebagai susunan satuan-satuan, maka jumlah satuan-satuan populasi tersebut dinamakan N.

Cara memilih sampel secara acak sederhana ini dapat dilakukan dengan menggunakan tabel random atau dengan diundi. Tabel random dapat digunakan baik jumlah populasinya besar ataupun kecil. Sedangkan cara undian, hanya cocok apabila jumlah populasinya kecil.

Dalam pemilihan sampel secara random sederhana ini, dibedakan antara sampling dengan pemulihan (sampling with replacement) dan sampling tanpa pemulihan (sampling with without replacement). Untuk sampling dengan pemulihan, individu yang telah terpilih sebagai sampel dapat dipilih lagi. Untuk sampling tanpa pemulihan, sampel yang telah terpilih tidak dapat dipilih lagi. Untuk lebih memahami, berikut ini contoh sampling secara acak sederhana.

a) Plot/petak ukur berbentuk lingkaran.

Suatu areal yang luasnya 100 ha akan ditaksir massa kayunya. Metode inventarisasi yang dipakai adalah sampling secara acak sederhana dengan unit contohnya berbentuk lingkaran seluas 0,1 ha. Intensitas sampling ditentukan sebesar 1%.

- Populasi (N) = 100 ha / 0,1 ha = 1000 PU.
- Jumlah PU yang harus dibuat = intensitas sampling (f) x N = 10 PU.

Kemudian, 10 PU ini lalu dipilih secara random dengan bilangan random. Tiap pohon yang ada dalam petak ukur terpilih diukur diameter dan tingginya kemudian dihitung volumenya. Hasil perhitungan volume tiap PU (dalam m^3) disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan volume tiap PU.

No. PU	Volume (m^3) X_i	No. PU	Volume (m^3) X_i
1	5,1	6	4,7
2	4,8	7	4,8
3	5,0	8	5,0
4	4,2	9	4,5
5	4,1	10	4,6

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Perhitungan :

Tabel 4. Hasil kuadrat dari volume tiap PU.

No. PU	X_i	X_i^2
1	5,1	26,01
2	4,8	23,04
3	5,0	25,00
4	4,2	17,64
5	4,1	16,81
6	4,7	22,09
7	4,8	23,04
8	5,0	25,00
9	4,5	20,25
10	4,6	21,16
	$\sum X_i = 46{,}8$	**$\sum X_i^2 = 220{,}04$**

Sumber : Masturin dkk. (2010)

- Rata-rata volume per PU.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{46{,}8}{10}$$

$$= 4{,}68 \text{ m}^3$$

- Ragam contoh (variance).

$$Sd^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^{\,2} - {(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}/{n}}{n - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{220{,}04 - {(46{,}8)^2}/{10}}{10 - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{220{,}04 - {2190{,}24}/{10}}{10 - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{220,04 - 219,024}{9}$$

$$Sd^2 = \frac{1,016}{9}$$

$$Sd^2 = 0,1129$$

$$Sd = \sqrt{0,1129}$$

$$Sd = 0,34$$

- Kesalahan baku nilai tengah (standard error).

$$S_x = \sqrt{(1 - f) \text{ x } \frac{{S_d}^2}{n}}$$

$$S_x = \sqrt{(1 - 0,01) \text{ x } \frac{0,1129}{10}}$$

$$S_x = \sqrt{0,99 \text{ x } 0,01129}$$

$$S_x = \sqrt{0,011177}$$

$$S_x = 0,1057$$

Kesimpulan:

- Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

  $\bar{x} - t.Sx < \bar{V}_{PU} < \bar{x} + t.Sx$

  Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = 9 (baris 9) adalah 1,833.

  Maka,

  $4,68 - (1,833 \;.\; 0,1057) < \bar{V}_{PU} < 4,68 + (1,833 \;.\; 0,1057)$

  $4,68 - (0,19) < \bar{V}_{PU} < 4,68 + (0,19)$

  $4,49 \text{ m}^3 < \bar{V}_{PU} < 4,87 \text{ m}^3$.

- Jumlah volume dalam areal 100 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

  Taksiran minimum = N x ($\bar{x}$ – t . S_x) = 1000 x 4,49 = 4490 m^3

  Taksiran maksimum = N x ($\bar{x}$ + t . S_x) = 1000 x 4,87 = 4870 m^3

- Kesalahan taksiran :

$$T = \frac{t \cdot S_x}{\bar{x}} . 100\%$$

$$T = \frac{1,833 \cdot 0,1057}{4,68} . 100\%$$

$$T = \frac{0,193748}{4,68} . 100\%$$

$$T = 0,041399 . 100\%$$

$$T = 4,14\%$$

Dengan contoh di atas, **apakah Anda sudah memahami metode inventarisasi yang menggunakan sampling secara acak sederhana dengan unit contohnya berbentuk lingkaran?** Untuk lebih memantapkan pemahaman Anda, mari kita lakukan latihan soal kembali.

Areal HPH yang luasnya 150 ha akan ditaksir massa kayunya untuk penyusunan RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2014. Dalam perencanaan pelakssanaan inventarisasi hutan dilakukan sampling secara acak sederhana. Unit contoh di dalam sampling berbentuk lingkaran seluas 0,1 ha. Intensitas sampling ditentukan sebesar 1%. Dari data tersebut, dapat diperoleh informasi sebagai berikut :

- Populasi.

$$N = \frac{\text{luas areal HPH}}{\text{luas plot contoh}}$$

$$N = \frac{150 \text{ Ha}}{0{,}1 \text{ Ha}}$$

$$N = 1500 \text{ PU}$$

- Jumlah PU yang harus dibuat :

$$\sum PU = f \times N$$

$$\sum PU = \frac{1}{100} \times 1500$$

$$\sum PU = 15$$

Kemudian, 15 PU ini lalu dipilih secara random dengan bilangan random. Tiap pohon yang ada dalam petak ukur terpilih diukur diameter dan tingginya kemudian dihitung volumenya. Hasil perhitungan volume tiap PU (dalam m^3) disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan volume tiap PU.

No. PU	Volume (m^3)X_i	No. PU	Volume (m^3)X_i	No. PU	Volume (m^3)X_i
1	6,1	6	5,7	11	5,3
2	5,8	7	5,8	12	5,7
3	6,0	8	6,0	13	5,8
4	5,2	9	5,5	14	5,9
5	5,1	10	5,6	15	5,4

Hituglah!

- Rata-rata volume per PU.
- Ragam contoh (variance).
- Kesalahan baku nilai tengah (standar error).

Jawab!

Perhitungan :

Tabel 6. Hasil kuadrat dari volume tiap PU.

No. PU	X_i	X_i^2
1	6,1	37,21
2	5,8	33,64
3	6,0	36,00
4	5,2	27,04
5	5,1	26,01
6	5,7	32,49
7	5,8	33,64
8	6,0	36,00
9	5,5	30,25
10	5,6	31,36
11	5,3	28,09
12	5,7	32,49
13	5,8	33,64
14	5,9	34,81
15	5,4	29,16
	$\sum X_i = 84,9$	**$\sum X_i^2 = 481,83$**

- Rata-rata volume per PU.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{84,9}{15}$$

$$= 5,66 \text{ m}^3$$

- Ragam contoh (variance).

$$Sd^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2 / n}{n - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{481,83 - (84,9)^2 / 15}{15 - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{481,83 - {}^{7208,01}/_{15}}{15 - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{481,83 - 480,534}{14}$$

$$Sd^2 = \frac{1,296}{14}$$

$$Sd^2 = 0,0926$$

$$Sd = \sqrt{0,0926}$$

$$Sd = 0,30$$

- Kesalahan baku nilai tengah (standard error).

$$S_x = \sqrt{(1 - f) \text{ x } \frac{{S_d}^2}{n}}$$

$$S_x = \sqrt{(1 - 0,01) \text{ x } \frac{0,0926}{15}}$$

$$S_x = \sqrt{0,99 \text{ x } 0,0062}$$

$$S_x = \sqrt{0,00611}$$

$$S_x = 0,0782$$

Kesimpulan:

- Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

  $\bar{x} - t.Sx < \bar{V}_{PU} < \bar{x} + t.Sx$

  Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = 14 (baris 14) adalah 1,761.

Maka,

$5{,}66 - (1{,}761 \,.\, 0{,}0782) < \overline{V}_{PU} < 5{,}66 + (1{,}761 \,.\, 0{,}0782)$

$5{,}66 - (0{,}14) < \overline{V}_{PU} < 5{,}66 + (0{,}14)$

$5{,}52 \ m^3 < \overline{V}_{PU} < 5{,}80 \ m^3$.

- Jumlah volume dalam areal 150 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

  Taksiran minimum =N x ($\bar{x}$ – t . S_x) = 1500 x 5,52
  = 8283,43 m^3

  Taksiran maksimum =N x ($\bar{x}$ + t . S_x) = 1500 x 5,80
  = 8696,57 m^3

- Kesalahan taksiran :

$$T = \frac{t \,.\, S_x}{\bar{x}} \,.\, 100\%$$

$$T = \frac{1{,}761 \,.\, 0{,}0782}{5{,}66} \,.\, 100\%$$

$$T = \frac{0{,}14}{5{,}66} \,.\, 100\%$$

$$T = 0{,}024735 \,.\, 100\%$$

$$T = 2{,}47\%$$

Sudah lebih pahamkah Anda setelah diberikan contoh tambahan di atas?

b) Plot ukur berbentuk jalur.

Suatu areal yang luasnya 100 ha, akan ditaksir massa kayunya. Metode inventarisasi yang dipakai adalah random sampling dengan jalur sebagai unit samplingnya. Lebar jalur adalah 20 m dan intensitas sampling adalah 10%. Jumlah populasi jalur (N) adalah 50 jalur yang berlainan panjang dan luasnya. Nah, dari 50 jalur ini

dipilih 5 buah jalur sebagai unit sampling (contoh) dengan menggunakan bilangan random.

Tiap jalur yang terpilih diukur panjang jalur dan dimensi (diameter dan tinggi) pohon-pohon yang ada. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel.

No.	No. Jalur	Luas Jalur Ukur (ha) X_i	Volume per Jalur Ukur (m^3) Y_i
1	8	2,1	84,0
2	10	2,0	78,0
3	29	1,7	63,5
4	43	1,9	70,8
5	12	1,8	72,4

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Perhitungan :

Tabel 8. Hasil kuadrat dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur, serta hasil dan perkalian dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur dari setiap jalurnya.

No. Jalur	X_i	Y_i	$(X_i)^2$	$(Y_i)^2$	X_iY_i
8	2,1	84,0	4,41	7056,00	176,40
10	2,0	78,0	4,00	6084,00	156,00
29	1,7	63,5	2,89	4032,25	107,95
43	1,9	70,8	3,61	5012,64	134,52
12	1,8	72,4	3,24	5241,76	130,32
	$\sum X_i$ = 9,5	**$\sum Y_i$ = 368,7**	**$\sum X_i^2$ = 18,15**	**$\sum Y_i^2$ = 27426,65**	**$\sum X_iY_i$ = 705,19**

Sumber : Masturin dkk. (2010)

- Rata-rata luas jalur ukur.

$$\overline{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{9,5}{5}$$

$$\overline{X} = 1,9 \text{ ha/jalur}$$

- Rata-rata volume per jalur ukur.

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$\overline{Y} = \frac{368,7}{5}$$

$$\overline{Y} = 73,74 \text{ m}^3$$

- Rata-rata volume per ha.

$$\overline{V} = \frac{\overline{Y}}{\overline{X}}$$

$$\overline{V} = \frac{73,74}{1,9}$$

$$\overline{V} = 38,81 \frac{m^3}{ha}$$

- Variance volume per hektar (Sv^2) :

$$Sv^2 = \frac{(1-f)\overline{V}^2}{n(n-1)} \text{ x } \left(\frac{\sum {X_i}^2}{X^2} + \frac{\sum {Y_i}^2}{Y^2} - \frac{2.\sum X_i Y_i}{\overline{X}.\overline{Y}}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{(1-0,1)38,81^2}{5(5-1)} \text{ x } \left(\frac{18,15}{1,9^2} + \frac{27426,65}{73,74^2} - \frac{2.705,19}{1,9\ .\ 73,74}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{0,9\ .\ 1506,216}{5\ .\ 4} \text{ x } \left(\frac{18,15}{3,61} + \frac{27426,65}{5437,588} - \frac{2\ .\ 705,19}{140,106}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{1355,594}{20} \text{ x } \left(\frac{18,15}{3,61} + \frac{27426,65}{5437,588} - \frac{1410,38}{140,106}\right)$$

$Sv^2 = 67{,}7797 \text{ x } (5{,}0277 + 5{,}0439 - 10{,}0665)$

$Sv^2 = 67{,}7797 \text{ x } 0{,}005$

$Sv^2 = 0{,}3457$

- Standard Error (Sv).

$Sv = \sqrt{Sv^2}$

$Sv = \sqrt{0{,}3457}$

$Sv = 0{,}59$

Kesimpulan:

- Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

$\bar{V} - t \,.\, Sv < \frac{\bar{V}}{Ha} < \bar{V} + t \,.\, Sv$

Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = (5-1) = 4.

Maka,

$38{,}81 - (2{,}132 \,.\, 0{,}59) < \frac{\bar{V}}{Ha} < 38{,}81 + (2{,}132 \,.\, 0{,}59)$

$38{,}81 - (1{,}26) < \frac{\bar{V}}{Ha} < 38{,}81 + (1{,}26)$

$37{,}55 < \frac{\bar{V}}{Ha} < 40{,}07.$

- Jumlah volume dalam areal 100 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

Taksiran minimum = Luas areal x ($\bar{V}$ – t . Sv)

= 100 ha x 37,55 $\frac{m^3}{Ha}$

= 3755 m^3

Taksiran maksimum = Luas areal x ($\bar{V}$+ t . Sv)

= 100 ha x 40,07 $\frac{m^3}{Ha}$

= 4007 m^3

- Kesalahan taksiran :

$$T = \frac{t \,.\, S_v}{\bar{V}} . 100\%$$

$$T = \frac{2{,}132 \,.\, 0{,}59}{38{,}81} . 100\%$$

$$T = \frac{1{,}26}{38{,}81} . 100\%$$

$$T = 0{,}0325 . 100\%$$

$$T = 3{,}25\%$$

Dengan contoh perhitungan plot ukur berbentuk jalur seperti di atas, **apakah Anda sudah memahami metode inventarisasi yang menggunakan random sampling dengan jalur sebagai unit samplingnya?** Untuk lebih memantapkan pemahaman Anda, mari kita lakukan latihan soal kembali.

Suatu areal HTI yang luasnya 100 ha, akan ditaksir massa kayunya untuk penyusunan RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2014. Dalam perencanaan pelakssanaan inventarisasi hutan dilakukan secara random sampling dengan jalur sebagai unit samplingnya. Lebar jalur adalah 20 m dan intensitas sampling sebesar 10%. Jumlah populasi jalur (N) adalah 50 jalur yang berlainan panjang dan luasnya. Kemudian dari 50 jalur ini dipilih 5 buah jalur sebagai unit sampling (contoh) dengan menggunakan bilangan random.

Tiap jalur yang terpilih diukur panjang jalur dan dimensi (diameter dan tinggi) pohon-pohon yang ada. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel.

No.	No. Jalur	Luas Jalur Ukur (ha) X_i	Volume per Jalur Ukur (m^3) Y_i
1	18	2,1	74,0
2	20	2,0	73,0
3	39	1,7	68,5
4	03	1,9	71,8
5	22	1,8	74,2

Perhitungan :

Tabel 10. Hasil kuadrat dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur, serta hasil dan perkalian dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur dari setiap jalurnya.

No. Jalur	X_i	Y_i	$(X_i)^2$	$(Y_i)^2$	X_iY_i
18	2,1	74,0	4,41	5476,00	155,40
20	2,0	73,0	4,00	5329,00	146,00
39	1,7	68,5	2,89	4692,25	116,45
03	1,9	71,8	3,61	5155,24	136,42
22	1,8	74,2	3,24	5505,64	133,56
	$\sum X_i$ = 9,5	**$\sum Y_i$ = 361,5**	**$\sum X_i^2$ = 18,15**	**$\sum Y_i^2$ = 26158,13**	**$\sum X_iY_i$ = 687,83**

- Rata-rata luas jalur ukur.

$$\overline{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{9,5}{5}$$

$$\overline{X} = 1,9 \text{ ha/jalur}$$

- Rata-rata volume per jalur ukur.

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$\overline{Y} = \frac{361,5}{5}$$

$$\overline{Y} = 72,30 \text{ m}^3$$

- Rata-rata volume per ha.

$$\overline{V} = \frac{\overline{Y}}{\overline{X}}$$

$$\overline{V} = \frac{72,30}{1,9}$$

$$\overline{V} = 38,05 \frac{m^3}{ha}$$

- Variance volume per hektar (Sv^2) :

$$Sv^2 = \frac{(1-f)\overline{V}^2}{n(n-1)} \text{ x } \left(\frac{\sum {X_i}^2}{X^2} + \frac{\sum {Y_i}^2}{Y^2} - \frac{2.\sum X_i Y_i}{\overline{X}.\overline{Y}}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{(1-0,1)38,05^2}{5(5-1)} \text{ x } \left(\frac{18,15}{1,9^2} + \frac{26158,13}{72,30^2} - \frac{2.687,83}{1,9\ .\ 72,30}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{0,9\ .\ 1448,00}{5\ .\ 4} \text{ x } \left(\frac{18,15}{3,61} + \frac{26158,13}{5227,29} - \frac{2.687,83}{137,37}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{1303,202}{20} \text{ x } \left(\frac{18,15}{3,61} + \frac{26158,13}{5227,29} - \frac{1375,66}{137,37}\right)$$

$$Sv^2 = 65,1601 \text{ x } (5,0277 + 5,0041 - 10,0143)$$

$$Sv^2 = 65,1601 \text{ x } 0,0176$$

$$Sv^2 = 1,1455$$

- Standard Error (Sv).

$$Sv = \sqrt{Sv^2}$$

$$Sv = \sqrt{1,1455}$$

$$Sv = 1,07$$

Kesimpulan:

- Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

  $\bar{V} - t \,.\, Sv < \frac{\bar{V}}{Ha} < \bar{V} + t \,.\, Sv$

  Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = (5-1) = 4.

  Maka,

  $38{,}05 - (2{,}132 \,.\, 1{,}07) < \frac{\bar{V}}{Ha} < 38{,}05 + (2{,}132 \,.\, 1{,}07)$

  $38{,}05 - (2{,}28) < \frac{\bar{V}}{Ha} < 38{,}05 + (2{,}28)$

  $35{,}77 < \frac{\bar{V}}{Ha} < 40{,}33.$

- Jumlah volume dalam areal 100 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

  Taksiran minimum = Luas areal x ($\bar{V} - t \,.\, Sv$)

  $= 100 \text{ ha x } 35{,}77 \ \frac{m^3}{Ha} = 3577 \text{ m}^3$

  Taksiran maksimum = Luas areal x ($\bar{V} + t \,.\, Sv$)

  $= 100 \text{ ha x } 40{,}33 \ \frac{m^3}{Ha} = 4033 \text{ m}^3$

- Kesalahan taksiran :

  $T = \frac{t \,.\, S_v}{\bar{V}} \,.\, 100\%$

  $T = \frac{2{,}132 \,.\, 1{,}07}{38{,}05} \,.\, 100\%$

  $T = \frac{2{,}28}{38{,}05} \,.\, 100\%$

  $T = 0{,}0599 \,.\, 100\%$

  $T = 5{,}99\%$

Sudah lebih pahamkah Anda setelah diberikan contoh tambahan di atas?

2) **Teknik sistematik (Systematic Sampling).**

Sampling secara sistematik adalah suatu cara pengambilan contoh yang dilakukan dengan suatu pola yang bersifat sistematis, yang telah ditentukan terlebih dahulu. Satuan-satuan yang termasuk di dalam contoh sistematik dipilih tidak secara acak tetapi sesuai dengan pola khusus tersebut. Biasanya unsur yang diacak hanya dalam pemilihan awal.

Penarikan contoh secara sistematik ini sering digunakan dalam penaksiran massa tegakan kayu karena :

a) Satuan-satuan penarikan contoh lebih mudah ditempatkan di lapangan dan biayanya lebih murah.
b) Satuan-satuan penarikan contoh lebih mewakili, karena contoh-contoh tersebut tersebar merata pada seluruh populasi, sehingga lebih memberikan perwakilan daripada contoh-contoh yang diambil secara acak.

Dalam inventarisasi hutan, pada umumnya pola penarikan contoh yang digunakan dalam sampling secara sistematik adalah penarikan contoh jalur secara sistematik dan penarikan contoh plot secara sistematik.

a) Penarikan contoh jalur secara sistematik (Systematic Strip Sampling).

   Dengan menggunakan jalur sebagai penarikan contoh, penyebaran secara sistematik dapat dibuat dengan membagi lebar areal hutan ke dalam N buah jalur dengan ukuran lebar yang seragam. Satuan-satuan penarikan contoh diambil pada interval setiap N/n buah jalur untuk membentuk contoh n buah jalur.

Pemilihan n jalur ini pada jarak setiap N/n jalur dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- Dipilih satu bilangan teracak antara 1 dan N, kemudian dibagi dengan interval N/n. Sisanya (antara 1 dan N/n) merupakan satuan penarikan contoh yang pertama. Kemudian jalur-jalur berikutnya ditentukan dengan jarak yang sama.
- Dipilih secara acak jalur antara 1 dan N/n sebagai jalur pertama, jalur selanjutnya ditentukan dengan jarak yang sama.

Untuk lebih memahami, perhatikan contoh berikut. Suatu blok tebangan tahunan yang berukuran 4 km x 4 km dilakukan inventarisasi dengan sistem jalur (lebar jalur 20 m). Intensitas sampling (f) yang dipakai adalah 10%.

- Jumlah jalur populasi (N) = 4 km / 20 m = 200 buah
- Jumlah jalur ukur yang harus dibuat (n) = f x N = 10% x 200 = 20 buah
- Jarak antara sumbu jalur yang berdekatan: 1/f x lebar jalur = 1/10% x 20 = 200 meter

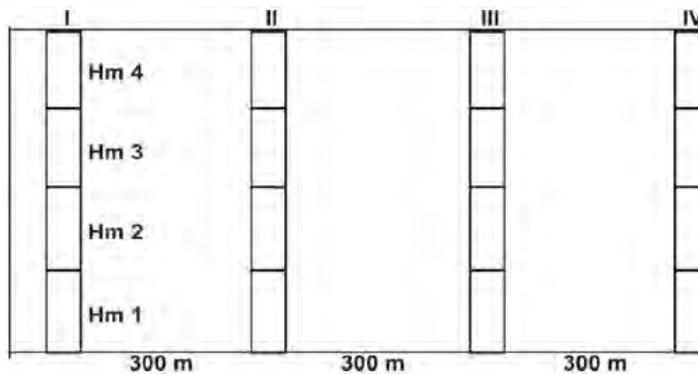
Penetapan jalur contoh pertama :

- **Cara I**
  - N = 200; n = 20 → N/n = 10.
  - Pilih secara acak dari 200 jalur, misalnya jalur yang terpilih adalah jalur 142.
  - Karena 142/10 = 14 2/10, maka penarikan contoh yang pertama adalah pada jalur ke-2 dari populasi. Jarak jalur pertama dari batas areal adalah (20x2)-10 = 30 meter.
  - Jalur contoh selanjutnya dibuat setiap jarak 200 meter.

- **Cara II**

  - N = 200; n = 20 → N/n = 10, berarti setiap 10 jalur populasi diwakili oleh 1 jalur contoh.
  - Buat nomor undian 1 s.d 10. Misalnya yang terpilih nomor 6, maka jalur 6 tersebut dijadikan jalur contoh pertama dalam sampel yang akan dibuat. Posisinya adalah pada jarak (6 x 20) – 10 meter = 110 meter dari batas areal.

Selanjutnya, diberikan contoh perhitungan di dalam inventarisasi hutan yang menggunakan systematic strip sampling (penarikan contoh jalur secara sistematik) seperti tertera di bawah ini.

Luas suatu petak yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh jalur secara sistematik. Pada petak tersebut dibuat 4 buah jalur dengan jarak antar jalur adalah 300 m dan panjang jalur adalah 400 m. Setelah pemilihan jalur pertama secara acak, maka jalur berikutnya dibuat dengan jarak 300 m. Pada setiap jalur dilakukan pengukuran bidang dasar dengan membuat petak-petak ukur secara berurutan, ukuran petak ukur tersebut adalah 20 x 100 m. Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 10. Petak contoh berbentuk jalur

Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur			
	1	2	3	4
I	2,3758	2,4630	1,7349	1,8095
II	2,0428	1,2076	1,8095	2,2061
III	3,8484	2,2061	1,3854	2,1237
IV	3,6316	3,0190	2,8274	1,1945

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Perhitungan rata-rata luas bidang dasar tegakan dan variannya :

Tabel 12. Perhitungan jumlah luas bidang dasar setiap jalur, rata-rata luas bidang dasar setiap jalur, dan jumlah kuadrat dari luas bidang dasar setiap jalur.

Jalur	**Petak Ukur**				**$\sum X_i$**	**$\bar{X}$**	**$\sum(X_i^2)$**
	1	**2**	**3**	**4**			
I	2,3758	2,4630	1,7349	1,8095	8,3832	2,09	17,9949
II	2,0428	1,2076	1,8095	2,2061	7,2660	1,82	13,7725
III	3,8484	2,2061	1,3854	2,1237	9,5636	2,40	26,1064
IV	3,6316	3,0190	2,8274	1,1945	10,6725	2,67	31,7240
$\sum X_j$	11,8986	8,8957	7,7572	7,3398	35,8853	-	89,5978

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Keterangan: i = jumlah petak dalam jalur; j = jumlah jalur

Rata-rata luas bidang dasar petak ukur ($\bar{X}$).

$$\bar{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum X_1}{4} + \frac{\sum X_2}{4} + \frac{\sum X_3}{4} + \frac{\sum X_4}{4}}{4}$$

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4}}{4}$$

$$\overline{X} = \frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4 \text{ x } 4}$$

$$\overline{X} = \frac{35,8853}{4 \text{ x } 4}$$

$$\overline{X} = \frac{35,8853}{16}$$

$$\overline{X} = 2,24 \text{ m}^2$$

Luas bidang dasar tegakan rata-rata.

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{2,24}{0,2}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = 11,20 \ \frac{m^3}{Ha}$$

Varians (Sx^2).

$$Sx^2 = \frac{\sum\sum X_i^{\ 2} - \frac{(\sum\sum X_i)^2}{n}}{n\ (n-1)}$$

$$Sx^2 = \frac{89,5978 - \frac{(35,8853)^2}{16}}{16\ (16-1)}$$

$$Sx^2 = \frac{89,5978 - \frac{1287,755}{16}}{16\ (15)}$$

$$Sx^2 = \frac{89,5978 - 80,4847}{240}$$

$$Sx^2 = \frac{9,1131}{240}$$

$$Sx^2 = 0,0380 \text{ m}^2$$

Standard Error (Sx).

$$Sx = \sqrt{Sx^2}$$

$$Sx = \sqrt{0,0380}$$

$$Sx = 0,1949 \text{ m}^2$$

Intensitas Sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

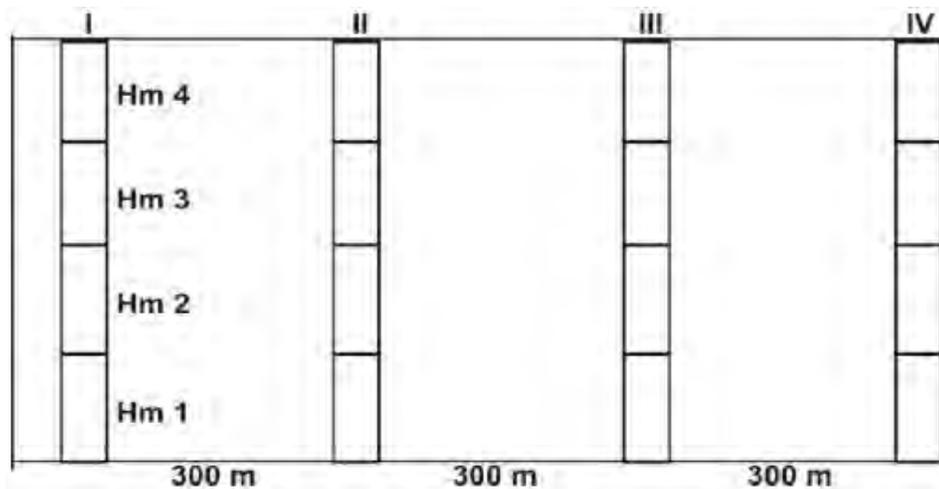
$$f = \frac{4\ (20 \text{ x } 400)}{400 \text{ x } 1000}$$

$$f = \frac{4\ (8000)}{400.000}$$

$$f = \frac{8}{100} \sim 8\%$$

$$f = 8\%$$

Dengan contoh perhitungan plot ukur berbentuk jalur seperti di atas, **apakah Anda sudah memahami metode inventarisasi yang menggunakan systematic strip sampling (penarikan contoh jalur secara sistematik)?** Untuk lebih memantapkan pemahaman Anda, mari kita lakukan latihan soal kembali.

Luas petak HPH yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh jalur secara sistematik. Pada petak tersebut dibuat 4 buah jalur dengan jarak antar jalur adalah 300 m dan panjang jalur adalah 400 m. Setelah pemilihan jalur pertama secara acak, maka jalur berikutnya dibuat dengan jarak 300 m. Pada setiap jalur dilakukan pengukuran bidang dasar dengan membuat petak-petak ukur secara berurutan, ukuran petak ukur tersebut adalah 20 x 100 m. Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 11. Petak contoh berbentuk jalur

Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur			
	1	2	3	4
I	3,7285	3,0634	2,7934	3,8095
II	2,8420	3,2876	2,8095	2,6061
III	3,4884	2,6261	1,2954	2,5237
IV	2,6316	3,990	3,8274	4,0945

Perhitungan rata-rata luas bidang dasar tegakan dan variannya :

Tabel 14. Perhitungan jumlah luas bidang dasar setiap jalur, rata-rata luas bidang dasar setiap jalur, dan jumlah kuadrat dari luas bidang dasar setiap jalur.

Jalur	Petak Ukur				$\sum X_i$	$\bar{X}$	$\sum(X_i^2)$
	1	2	3	4			
I	3,7285	3,0634	2,7934	3,8095	13,3948	3,35	45,6015
II	2,8420	3,2876	2,8095	2,6061	11,5452	2,89	33,5703
III	3,4884	2,6261	1,2954	2,5237	9,9336	2,48	27,1125
IV	2,6316	3,990	3,8274	4,0945	14,5435	3,64	54,2593
$\sum X_j$	12,6905	12,9671	10,7257	13,0338	49,4171	-	160,5436

Keterangan: i = jumlah petak dalam jalur; j = jumlah jalur

Rata-rata luas bidang dasar petak ukur ($\overline{X}$).

$$\overline{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{\frac{\sum X_1}{4} + \frac{\sum X_2}{4} + \frac{\sum X_3}{4} + \frac{\sum X_4}{4}}{4}$$

$$\overline{X} = \frac{\frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4}}{4}$$

$$\overline{X} = \frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4 \text{ x } 4}$$

$$\overline{X} = \frac{49{,}4171}{4 \text{ x } 4}$$

$$\overline{X} = \frac{49{,}4171}{16}$$

$$\overline{X} = 3{,}09 \text{ m}^2$$

Luas bidang dasar tegakan rata-rata.

$$\overline{X}_{\text{tegakan}} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{\text{tegakan}} = \frac{3{,}09}{0{,}2}$$

$$\overline{X}_{\text{tegakan}} = 15{,}45 \ \frac{\text{m}^3}{\text{Ha}}$$

Varians (Sx^2).

$$Sx^2 = \frac{\sum\sum {X_i}^2 - \frac{(\sum\sum X_i)^2}{n}}{n\ (n-1)}$$

$$Sx^2 = \frac{160{,}5436 - \frac{(49{,}4171)^2}{16}}{16\ (16-1)}$$

$$Sx^2 = \frac{160,5436 - \frac{2442,05}{16}}{16\ (15)}$$

$$Sx^2 = \frac{160,5436 - 152,628}{240}$$

$$Sx^2 = \frac{7,91549}{240}$$

$$Sx^2 = 0,0330\ m^2$$

Standard Error (Sx).

$$Sx = \sqrt{Sx^2}$$

$$Sx = \sqrt{0,0330}$$

$$Sx = 0,1816\ m^2$$

Intensitas Sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{4\ (20 \text{ x } 400)}{400 \text{ x } 1000}$$

$$f = \frac{4\ (8000)}{400.000}$$

$$f = \frac{8}{100}$$

$$f = 8\%$$

Sudah lebih pahamkah Anda setelah diberikan contoh tambahan di atas?

b) Penarikan contoh plot secara sistematik (Systematic Plot Sampling).

Penarikan contoh plot secara sistematik hampir sama dengan penarikan contoh jalur secara sistematik. Perbedaannya dalam penarikan contoh ini, pengukuran tidak dilakukan pada seluruh tegakan dalam jalur, melainkan pada tempat-tempat tertentu saja yang letaknya teratur. Pada tempet-tempat tertentu tersebut dibuat petak-petak ukur baik berbentuk segi empat atau lingkaran, dan hanya pada petak ukur tersebut dilakukan pengukuran.

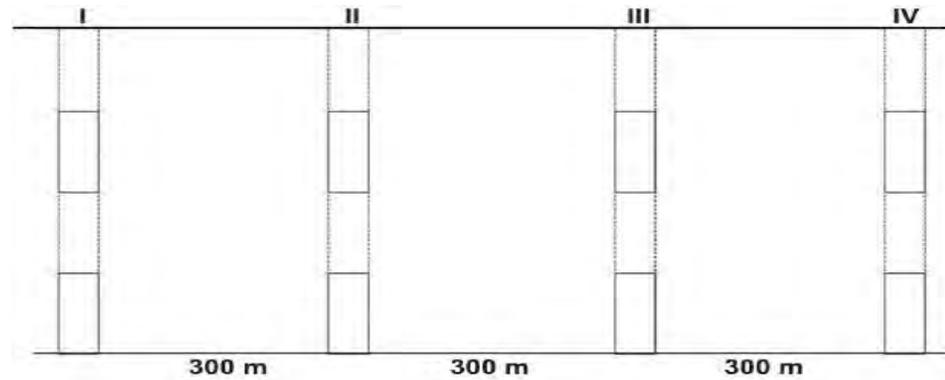
Penggunaan penarikan contoh plot secara sistematik dilatarbelakangi oleh penghematan waktu, tenaga, dan biaya tanpa banyak mengurangi kecermatan sampling. Jarak antar petak ukur dalam jalur tergantung pada heterogenitas hutan yang diinventarisasi. Agar diperoleh kecermatan sampling yang baik, maka semakin heterogen hutannya semakin dekat jarak antar petak ukur. Jarak antar petak ukur dapat dibuat seragam dalam dua arah, misalnya 200 x 200 m, yang dikenal dengan istilah penarikan contoh plot secara sistematik dengan penyebaran seragam (Uniform Systematic Distribution).

Intensitas sampling ditentukan oleh ukuran petak ukur, jarak antar petak ukur dalam jalur dan jarak antar jalur. Sebagai contoh, ukuran petak ukur segi empat = 20 x 50 m, jarak antar petak dalam jalur = 100 m, jarak antar jalur = 500 m, maka besarnya intensitas sampling adalah :

$$\text{Intensitas sampling} = \frac{20 \times 50}{100 \times 500} \times 100\%$$

Penarikan contoh plot yang pertama dilakukan dengan acak. Pengacakan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengacakan untuk menentukan letak plot pertama pada jalur ke berapa dan pengacakan untuk menentukan letak plot pertama pada baris ke berapa.

Kemudian dengan jarak tertentu dibuat plot-plot selanjutnya. Untuk memahami, mari simak contoh di bawah ini.

Luas suatu petak yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh plot secara sistematik, dengan membuat empat jalur dengan jarak antar jalur 300 m dan panjang jalur 400 m. Pada setiap jalur dibuat dua petak ukur berbentuk segi empat dengan ukuran 20 x 100 m (0,2 ha). Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 12. Petak contoh berbentuk jalur

Berdasarkan pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 15. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur		$\sum X_i$
	1	2	
I	2,3758	1,7349	4,1107
II	2,0428	1,8095	3,8523
III	3,8484	1,3854	5,2338
IV	3,6316	2,8274	6,4590
$\sum X_j$	11,8986	7,7572	19,6558

Sumber : Masturin dkk. (2010)

- Luas bidang dasar rata-rata per PU.

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{19{,}6558}{8}$$

$$\overline{X} = 2{,}45 \ \ m^2$$

- Luas bidang dasar tegakan per hektar.

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{2{,}45}{0{,}2}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = 12{,}25 \ \frac{m^2}{Ha}$$

- Varians (Sx^2).

$$S_x{}^2 = \frac{1}{i\,.\,j^2}\left\{\sum\left(\sum X_j\right)^2 - \frac{\sum(\sum X_i)^2}{i}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{2\,.\,4^2}\left\{(11{,}8986^2) + (7{,}7672^2) - \frac{(19{,}6558)^2}{2}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{2\,.\,16}(201{,}7366 - 193{,}1752)$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{32}(8{,}56132)$$

$$S_x{}^2 = 0{,}2675 \ \ m^2$$

- Standar Error (Sx).

$$S_x = \sqrt{S_x{}^2}$$

$$S_x = \sqrt{0{,}2675}$$

$$S_x = 0{,}5172 \ \ m^2$$

- Intensitas sampling.

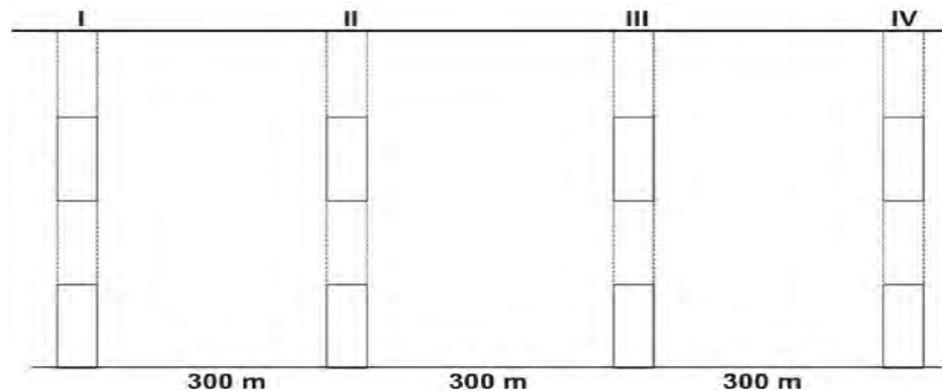
$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{8\ (20 \times 1000)}{400 \times 1000}$$

$$f = \frac{8\ (20.000)}{400.000}$$

$$f = \frac{4}{100} \sim 4\%$$

Dengan contoh perhitungan plot ukur berbentuk jalur seperti di atas, **apakah Anda sudah memahami metode inventarisasi yang menggunakan systematic plot sampling (penarikan contoh plot secara sistematik)?** Untuk lebih memantapkan pemahaman Anda, mari kita lakukan latihan soal kembali.

Luas suatu petak HTI yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh plot secara sistematik, dengan membuat empat jalur dengan jarak antar jalur 300 m dan panjang jalur 400 m. Pada setiap jalur dibuat dua petak ukur berbentuk segi empat dengan ukuran 20 x 100 m (0,2 ha). Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 13. Petak contoh berbentuk jalur

Berdasarkan pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 16. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur		$\sum X_i$
	1	2	
I	3,2857	2,4379	5,7236
II	3,0428	3,8095	6,8523
III	2,8484	1,9845	4,8329
IV	4,6316	3,7284	8,3600
$\sum X_j$	13,8085	11,9603	25,7688

- Luas bidang dasar rata-rata per PU.

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{25,7688}{8}$$

$$\overline{X} = 3,22 \ \ m^2$$

- Luas bidang dasar tegakan per hektar.

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{3,22}{0,2}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = 16,11 \ \frac{m^2}{Ha}$$

- Varians (Sx^2).

$$S_x{}^2 = \frac{1}{i \ . \ j^2}\left\{\sum\left(\sum X_j\right)^2 - \frac{\sum(\sum X_i)^2}{i}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{2 \ . \ 4^2}\left\{(13,8085^2) + (11,9603^2) - \frac{(25,7688)^2}{2}\right\}$$

$$S_x^{\,2} = \frac{1}{2\ .\ 16}\left(190{,}6747 + 143{,}0488 - \frac{664{,}0311}{2}\right)$$

$$S_x^{\,2} = \frac{1}{2\ .\ 16}(333{,}7234 - 332{,}0155)$$

$$S_x^{\,2} = \frac{1}{32}(1{,}7079)$$

$$S_x^{\,2} = 0{,}0534\ \ m^2$$

- Standar Error (Sx).

$$S_x = \sqrt{S_x^{\,2}}$$

$$S_x = \sqrt{0{,}0534}$$

$$S_x = 0{,}2310\ \ m^2$$

- Intensitas sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{8\ (20 \times 100)}{400 \times 1000}$$

$$f = \frac{8\ (2000)}{400.000}$$

$$f = \frac{4}{100}$$

$$f = 4\%$$

Sudah lebih pahamkah Anda setelah diberikan contoh tambahan di atas?

3. Refleksi

Tuliskan jawaban pada lembar refleksi!

a. Bagaimana kesan Anda selama mengikuti pembelajaran ini!
b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pelajaran ini!
c. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pembelajaran ini!
d. Tuliskan secara ringkas apa yang Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

Lembar Refleksi I.

Kesan Anda selama mengikuti pembelajaran ini.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. Tugas

Lembar Kerja Siswa I

a. Buatlah kelompok kerja yang berjumlah minimal 4 orang!
b. Amati data-data yang diberikan dalam tabel!
c. Jawablah pertanyaan atau isilah titik-titik untuk melengkapi pernyataan yang ada dalam lembar kerja!
d. Buatlah laporan secara berkelompok!
e. Laporan yang dikumpulkan hanya 1 dari masing-masing kelompok.

a. Plot/petak ukur berbentuk lingkaran.

Areal HPH yang luasnya 150 ha akan ditaksir massa kayunya untuk penyusunan RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2014. Dalam perencanaan pelaksanaan inventarisasi hutan dilakukan sampling secara acak sederhana. Unit contoh di dalam sampling berbentuk lingkaran seluas 0,1 ha. Intensitas sampling ditentukan sebesar 1%. Dari data tersebut, dapat diperoleh informasi sebagai berikut :

1) Populasi.

$$N = \frac{\text{luas areal HPH}}{\text{luas plot contoh}}$$

$$N = \frac{\ldots\ \text{Ha}}{\ldots\ \text{Ha}}$$

$$N = \cdots\ \text{PU}$$

2) Jumlah PU yang harus dibuat :

$$\sum \text{PU} = \text{f x N}$$

$$\sum PU = \frac{\dots}{\dots} \text{ x} \dots = \cdots$$

Kemudian, ... PU ini lalu dipilih secara random dengan bilangan random. Tiap pohon yang ada dalam petak ukur terpilih diukur diameter dan tingginya kemudian dihitung volumenya. Hasil perhitungan volume tiap PU (dalam m^3) disajikan dalam Tabel 17.

Tabel 17. Hasil perhitungan volume tiap PU.

No. PU	Volume (m^3) X_i	No. PU	Volume (m^3) X_i	No. PU	Volume (m^3) X_i
1	5,1	6	6,7	11	5,7
2	4,8	7	6,8	12	6,1
3	5,0	8	7,0	13	6,2
4	4,2	9	6,5	14	6,3
5	4,1	10	6,6	15	5,8

Hituglah!

1) Rata-rata volume per PU.
2) Ragam contoh (variance).
3) Kesalahan baku nilai tengah (standar error).

Jawab!

Perhitungan :

Tabel 18. Hasil kuadrat dari volume tiap PU.

No. PU	$\mathbf{X_i}$	$\mathbf{X_i^2}$
1	...	...
2	...	...
3	...	...
4	...	...
5	...	...
6	...	...
7	...	...

No. PU	X_i	X_i^2
8	...	...
9	...	...
10	...	...
11	...	...
12	...	...
13	...	...
14	...	...
15	...	...
	$\sum X_i$ = ...	$\sum X_i^2$ = ...

1) Rata-rata volume per PU.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots \quad m^3$$

2) Ragam contoh (variance).

$$Sd^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^{\,2} - {(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}/{n}}{n - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots - {(\dots\dots\dots)^2}/{\dots\dots}}{\dots\dots - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots - {\dots\dots\dots}/{\dots\dots\dots}}{\dots\dots - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots - \cdots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$Sd^2 = \cdots\dots\dots\dots$$

$$Sd = \sqrt{\dots\dots\dots\dots}$$

$$Sd = \cdots \dots$$

3) Kesalahan baku nilai tengah (standard error).

$$S_x = \sqrt{(1-f) \text{ x } \frac{{S_d}^2}{n}}$$

$$S_x = \sqrt{(1-\cdots\dots\dots) \text{ x } \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}}$$

$$S_x = \sqrt{\dots\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$S_x = \sqrt{\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$S_x = \cdots\dots\dots\dots$$

Kesimpulan:

1) Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

   $\bar{x} - t.Sx < \overline{V}_{PU} < \bar{x} + t.Sx$

   Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = ……… (baris ………) adalah …………..

   Maka,

   ……… – (……… . …………) $< \overline{V}_{PU} <$ ……… + (………………………)

   ……… – (………) $< \overline{V}_{PU} <$ ……… + (………)

   ……… $m^3 < \overline{V}_{PU} <$ ……… m^3.

2) Jumlah volume dalam areal 150 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

Taksiran minimum = $N \times (\bar{x} - t \cdot S_x)$ = ... x .... = ... m^3

Taksiran maksimum = $N \times (\bar{x} + t \cdot S_x)$ = ... x .... = ... m^3

3) Kesalahan taksiran :

$$T = \frac{t \cdot S_x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$T = \frac{\ldots\ldots\ldots \ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots} \cdot 100\%$$

$$T = \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots} \cdot 100\%$$

$$T = \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \cdot 100\%$$

$$T = \cdots \ldots \%$$

b. Plot/petak ukur berbentuk lingkaran.

Areal HPH yang luasnya 150 ha akan ditaksir massa kayunya untuk penyusunan RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2014. Dalam perencanaan pelaksanaan inventarisasi hutan dilakukan sampling secara acak sederhana. Unit contoh di dalam sampling berbentuk lingkaran seluas 0,1 ha. Intensitas sampling ditentukan sebesar 1%. Dari data tersebut, dapat diperoleh informasi sebagai berikut :

1) Populasi.

$$N = \frac{\text{luas areal HPH}}{\text{luas plot contoh}}$$

$$N = \frac{\ldots \text{ Ha}}{\ldots \text{ Ha}}$$

$$N = \cdots \text{ PU}$$

2) Jumlah PU yang harus dibuat :

$$\sum PU = f \ x \ N$$

$$\sum PU = \frac{\dots}{\dots} x \dots = \cdots$$

Kemudian, …… PU ini lalu dipilih secara random dengan bilangan random. Tiap pohon yang ada dalam petak ukur terpilih diukur diameter dan tingginya kemudian dihitung volumenya. Hasil perhitungan volume tiap PU (dalam m^3) disajikan dalam Tabel 19.

Tabel 19. Hasil perhitungan volume tiap PU.

No. PU	Volume (m^3) X_i	No. PU	Volume (m^3) X_i	No. PU	Volume (m^3) X_i
1	4,1	6	7,6	11	6,7
2	5,8	7	8,6	12	5,1
3	4,0	8	6,0	13	5,2
4	5,2	9	7,5	14	5,3
5	5,1	10	7,6	15	6,8

Hituglah!

1) Rata-rata volume per PU.
2) Ragam contoh (variance).
3) Kesalahan baku nilai tengah (standar error).

Jawab!

Perhitungan :

Tabel 20. Hasil kuadrat dari volume tiap PU.

No. PU	**X_i**	**X_i^2**
1	…	…
2	…	…
3	…	…
4	…	…

5	...	...
6	...	...
7	...	...
8	...	...
9	...	...
10	...	...
11	...	...
12	...	...
13	...	...
14	...	...
15	...	...
	$\sum X_i$ = ...	**$\sum X_i^2$ = ...**

1) Rata-rata volume per PU.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{..........}{..........}$$

$$= ....\ m^3$$

2) Ragam contoh (variance).

$$Sd^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2 / n}{n - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots - (\dots\dots\dots)^2 / \dots\dots}{\dots\dots - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots - \dots\dots\dots / \dots\dots\dots}{\dots\dots - 1}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots - \dots\ \dots\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$Sd^2 = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$Sd^2 = \cdots \dots\dots\dots$$

$$Sd = \sqrt{\dots\dots\dots\dots}$$

$$Sd = \cdots \dots$$

3) Kesalahan baku nilai tengah (standard error).

$$S_x = \sqrt{(1-f) \text{ x } \frac{{S_d}^2}{n}}$$

$$S_x = \sqrt{(1-\cdots\dots\dots) \text{ x } \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}}$$

$$S_x = \sqrt{\dots\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$S_x = \sqrt{\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$S_x = \cdots \dots\dots\dots$$

Kesimpulan:

1) Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

   $\bar{x} - t.Sx < \bar{V}_{PU} < \bar{x} + t.Sx$

   Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = ……… (baris ………) adalah …………..

   Maka,

   ……… – (……… . …………) $< \bar{V}_{PU} <$ ……… + (………………………)

   ……… – (………) $< \bar{V}_{PU} <$ ……… + (………)

   ……… $m^3 < \bar{V}_{PU} <$ ……… m^3.

2) Jumlah volume dalam areal 150 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

Taksiran minimum = N x ($\bar{x}$ – t . S_x) = ……… x ……… = …………… m^3

Taksiran maksimum = N x ($\bar{x}$ + t . S_x) = ……… x ……… = …………… m^3

3) Kesalahan taksiran :

$$T = \frac{t\ .\ S_x}{\bar{x}}\ .\ 100\%$$

$$T = \frac{\dots\dots\dots\ \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}\ .\ 100\%$$

$$T = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}\ .\ 100\%$$

$$T = \cdots \dots \dots \dots \dots \dots\ .\ 100\%$$

$$T = \cdots \dots \%$$

c. Plot ukur berbentuk jalur.

Suatu areal HTI yang luasnya 100 ha, akan ditaksir massa kayunya untuk penyusunan RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2014. Dalam perencanaan pelaksanaan inventarisasi hutan dilakukan secara random sampling dengan jalur sebagai unit samplingnya. Lebar jalur adalah 20 m dan intensitas sampling sebesar 10%. Jumlah populasi jalur (N) adalah 50 jalur yang berlainan panjang dan luasnya. Kemudian dari 50 jalur ini dipilih 5 buah jalur sebagai unit sampling (contoh) dengan menggunakan bilangan random.

Tiap jalur yang terpilih diukur panjang jalur dan dimensi (diameter dan tinggi) pohon-pohon yang ada. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel adalah sebagai berikut :

Tabel 21. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel.

No.	No.	Luas Jalur Ukur (ha)	Volume per Jalur Ukur (m^3)

	Jalur	X_i	Y_i
1	19	2,5	71,9
2	21	2,4	75,3
3	40	2,1	65,8
4	04	2,3	78,1
5	23	2,2	72,4

Perhitungan :

Tabel 22. Hasil kuadrat dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur, serta hasil dan perkalian dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur dari setiap jalurnya.

No. Jalur	X_i	Y_i	$(X_i)^2$	$(Y_i)^2$	X_iY_i
18	………	………	………	………	………
20	………	………	………	………	………
39	………	………	………	………	………
03	………	………	………	………	………
22	………	………	………	………	………
	$\sum X_i$ = ………	$\sum Y_i$ = ………	$\sum X_i^2$ = ……	$\sum Y_i^2$ = ……	$\sum X_iY_i$ = ……

1) Rata-rata luas jalur ukur.

$$\overline{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{X} = \dots\dots\dots \text{ ha/jalur}$$

2) Rata-rata volume per jalur ukur.

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$\overline{Y} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{Y} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

3) Rata-rata volume per ha.

$$\overline{V} = \frac{\overline{Y}}{\overline{X}}$$

$$\overline{V} = \frac{\text{.........}}{\text{.........}}$$

$$\overline{V} = \ldots\ldots\ldots \frac{m^3}{ha}$$

4) Variance volume per hektar (Sv^2) :

$$Sv^2 = \frac{(1-f)\overline{V}^2}{n(n-1)} \text{ x } \left(\frac{\sum {X_i}^2}{X^2} + \frac{\sum {Y_i}^2}{Y^2} - \frac{2.\sum X_i Y_i}{\overline{X}.\overline{Y}}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{(1-\cdots\ldots)\ldots\ldots^2}{\ldots(\ldots-1)} \text{ x } \left(\frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots^2} + \frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots^2} - \frac{2.\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots.\ldots\ldots}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{\ldots\ldots.\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots.\ldots\ldots} \text{ x } \left(\frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots^2} + \frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots^2} - \frac{2.\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots.\ldots\ldots}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots} \text{ x } \left(\frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots} + \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots} - \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots}\right)$$

$$Sv^2 = \cdots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ x } (\ldots\ldots\ldots\ldots + \cdots\ldots\ldots\ldots - \cdots\ldots\ldots\ldots)$$

$$Sv^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ x } \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$Sv^2 = \cdots\ldots\ldots\ldots$$

5) Standard Error (Sv).

$$Sv = \sqrt{Sv^2}$$

$$Sv = \sqrt{\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

$$Sv = \cdots\ldots$$

Kesimpulan:

1) Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

$\bar{V} - t . Sv < \frac{\bar{V}}{Ha} < \bar{V} + t . Sv$

Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = (…………-1) = ……….

Maka,

$\text{………} - (\text{………} . \text{………}) < \frac{\bar{V}}{Ha} < \text{…………} + (\text{………} . \text{………})$

$\text{………} - (\text{………}) < \frac{\bar{V}}{Ha} < \text{………} + (\text{…………})$

$\text{………} < \frac{\bar{V}}{Ha} < \text{…………}$

2) Jumlah volume dalam areal 100 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

Taksiran minimum = Luas areal x ($\bar{V}$ – t . Sv)

= ……… ha x ……… $\frac{m^3}{Ha}$

= ……… m^3

Taksiran maksimum = Luas areal x ($\bar{V}$ + t . Sv)

= ……… ha x ……… $\frac{m^3}{Ha}$

= ……… m^3

3) Kesalahan taksiran :

$T = \frac{t . S_v}{\bar{V}} . 100\%$

$$T = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} . 100\%$$

$$T = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} . 100\%$$

$$T = \cdots \dots \dots \dots . 100\%$$

$$T = \cdots \dots \%$$

d. Plot ukur berbentuk jalur.

Suatu areal HTI yang luasnya 100 ha, akan ditaksir massa kayunya untuk penyusunan RKT (Rencana Kerja Tahunan) 2014. Dalam perencanaan pelaksanaan inventarisasi hutan dilakukan secara random sampling dengan jalur sebagai unit samplingnya. Lebar jalur adalah 20 m dan intensitas sampling sebesar 10%. Jumlah populasi jalur (N) adalah 50 jalur yang berlainan panjang dan luasnya. Kemudian dari 50 jalur ini dipilih 5 buah jalur sebagai unit sampling (contoh) dengan menggunakan bilangan random.

Tiap jalur yang terpilih diukur panjang jalur dan dimensi (diameter dan tinggi) pohon-pohon yang ada. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel adalah sebagai berikut :

Tabel 23. Hasil pengukuran dalam jalur ukur yang terpilih sebagai sampel.

No.	No. Jalur	Luas Jalur Ukur (ha) X_i	Volume per Jalur Ukur (m^3) Y_i
1	15	3,5	79,1
2	17	3,4	73,5
3	36	3,1	68,5
4	01	3,3	71,8
5	21	3,2	74,2

Perhitungan :

Tabel 24. Hasil kuadrat dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur, serta hasil dan perkalian dari luas jalur ukur dan volume per jalur ukur dari setiap jalurnya.

No. Jalur	X_i	Y_i	$(X_i)^2$	$(Y_i)^2$	X_iY_i
15	………	………	………	………	………
17	………	………	………	………	………
36	………	………	………	………	………
01	………	………	………	………	………
21	………	………	………	………	………
	$\sum X_i$ = ………	$\sum Y_i$ = ………	$\sum X_i^2$ = ……	$\sum Y_i^2$ = ……	$\sum X_iY_i$ = ……

1) Rata-rata luas jalur ukur.

$$\overline{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{X} = \dots\dots\dots \text{ ha/jalur}$$

2) Rata-rata volume per jalur ukur.

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$\overline{Y} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{Y} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

3) Rata-rata volume per ha.

$$\overline{V} = \frac{\overline{Y}}{\overline{X}}$$

$$\overline{V} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{V} = \dots\dots\dots \frac{m^3}{ha}$$

4) Variance volume per hektar (Sv^2) :

$$Sv^2 = \frac{(1-f)\overline{V}^2}{n(n-1)} \text{ x } \left(\frac{\sum X_i^{\,2}}{X^2} + \frac{\sum Y_i^{\,2}}{Y^2} - \frac{2.\sum X_iY_i}{\overline{X}.\overline{Y}}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{(1-\cdots\dots)\dots\dots^2}{\dots(\dots-1)} \text{ x } \left(\frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots^2} + \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots^2} - \frac{2.\dots\dots\dots}{\dots\dots\ .\dots\dots}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{\dots\dots\;.\dots\dots\dots}{\dots\dots\;.\dots\dots} \text{ x } \left(\frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots^2} + \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots^2} - \frac{2.\dots\dots\dots}{\dots\dots\;.\dots\dots}\right)$$

$$Sv^2 = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots} \text{ x } \left(\frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} + \frac{\dots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} - \frac{\dots\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}\right)$$

$$Sv^2 = \cdots\dots\dots\dots\dots \text{ x } (\dots\dots\dots\dots + \cdots\dots\dots\dots - \cdots\dots\dots\dots)$$

$$Sv^2 \dots\dots\dots\dots \text{ x } \dots\dots\dots\dots$$

$$Sv^2 = \cdots\dots\dots\dots$$

5) Standard Error (Sv).

$$Sv = \sqrt{Sv^2}$$

$$Sv = \sqrt{\dots\dots\dots\dots}$$

$$Sv = \cdots\dots$$

Kesimpulan:

1) Dengan selang kepercayaan 95%, volume kayu per PU akan terletak dalam interval :

$$\bar{V} - t\,.\,Sv < \frac{\bar{V}}{Ha} < \bar{V} + t\,.\,Sv$$

Nilai t dapat dilihat pada tabel t dengan batas kepercayaan 95% (kolom 0,05) dan derajat bebas (n-1) = (…………-1) = ……….

Maka,

$$\dots\dots\dots - (\dots\dots\dots\;.\;\dots\dots\dots) < \frac{\bar{V}}{Ha} < \dots\dots\dots\dots + (\dots\dots\dots\;.\;\dots\dots\dots)$$

$$\dots\dots\dots - (\dots\dots\dots) < \frac{\bar{V}}{Ha} < \dots\dots\dots + (\dots\dots\dots\dots)$$

$$\dots\dots\dots < \frac{\bar{V}}{Ha} < \dots\dots\dots\dots$$

2) Jumlah volume dalam areal 100 ha dengan kemungkinan benar 95% adalah :

Taksiran minimum = Luas areal x ($\bar{V}$ – t . Sv)

= .... ha x .... $\frac{m^3}{Ha}$

= .... m³

Taksiran maksimum = Luas areal x ($\bar{V}$ + t . Sv)

= .... ha x .... $\frac{m^3}{Ha}$

= .... m³

3) Kesalahan taksiran :

$T = \frac{t \,.\, S_v}{\bar{V}} \,.\, 100\%$

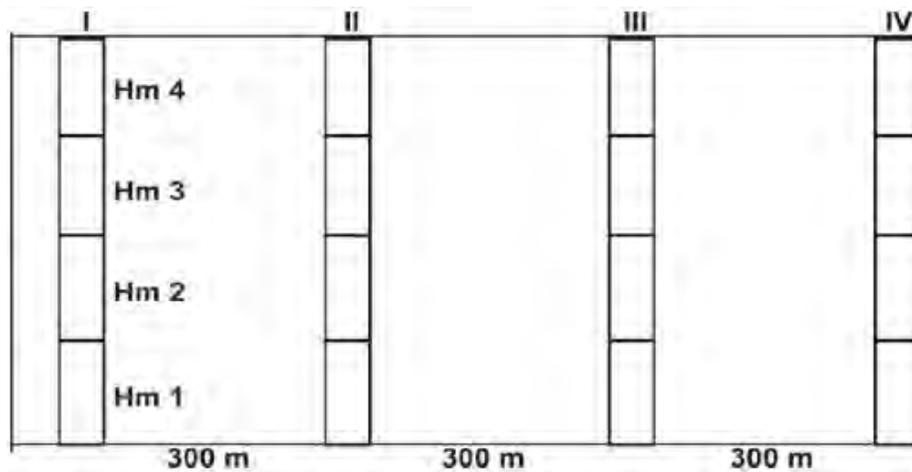
$T = \frac{\ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots} \,.\, 100\%$

$T = \frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots} \,.\, 100\%$

$T = \cdots \ldots \ldots \ldots .\, 100\%$

$T = \cdots \ldots \%$

e. Penarikan contoh jalur secara sistematik (Systematic Strip Sampling).

Luas petak HPH yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikancontoh jalur secara sistematik. Pada petak tersebut dibuat 4 buah jalur dengan jarak antar jalur adalah 300 m dan panjang jalur adalah 400 m. Setelah pemilihan jalur pertama secara acak, maka jalur berikutnya dibuat dengan jarak 300 m. Pada setiap jalur dilakukan pengukuran bidang dasar dengan membuat petak-petak ukur secara berurutan, ukuran petak ukur tersebut adalah 20 x 100 m. Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 14. Petak contoh berbentuk jalur

Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur adalah sebagai berikut :

Tabel 25. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur			
	1	2	3	4
I	4,7285	2,0634	3,0934	4,2095
II	3,8420	2,2876	3,1095	3,0061
III	4,4884	1,6261	1,3954	2,9237
IV	3,6316	2,990	4,1274	4,4945

Perhitungan rata-rata luas bidang dasar tegakan dan variannya :

Tabel 26. Perhitungan jumlah luas bidang dasar setiap jalur, rata-rata luas bidang dasar setiap jalur, dan jumlah kuadrat dari luas bidang dasar setiap jalur.

Jalur	Petak Ukur				$\sum X_i$	$\bar{X}$	$\sum(X_i^2)$
	1	2	3	4			
I	4,7285	2,0634	3,0934	4,2095	....	....	....
II	3,8420	2,2876	3,1095	3,0061	....	....	....
III	4,4884	1,6261	1,3954	2,9237	....	....	....
IV	3,6316	2,9905	4,1274	4,4945	....	....	....

$\sum X_j$	....	....	....	....	....	-	....

Keterangan: i = jumlah petak dalam jalur; j = jumlah jalur

1) Rata-rata luas bidang dasar petak ukur ($\overline{X}$).

$$\overline{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{\frac{\sum X_1}{4} + \frac{\sum X_2}{4} + \frac{\sum X_3}{4} + \frac{\sum X_4}{4}}{4}$$

$$\overline{X} = \frac{\frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4}}{4}$$

$$\overline{X} = \frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4 \text{ x } 4}$$

$$\overline{X} = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots \text{ x } \dots}$$

$$\overline{X} = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$\overline{X} = \cdots\dots \text{ m}^2$$

2) Luas bidang dasar tegakan rata-rata.

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \cdots\dots \frac{\text{m}^3}{\text{Ha}}$$

3) Varians (Sx^2).

$$Sx^2 = \frac{\sum\sum {X_i}^2 - \frac{(\sum\sum X_i)^2}{n}}{n\ (n-1)}$$

4) Standard Error (Sx).

$$Sx = \sqrt{Sx^2}$$

$$Sx = \sqrt{\dots\dots\dots}$$

$$Sx = \cdots\dots\ m^2$$

5) Intensitas Sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{\dots\dots\dots\ (\dots\dots\dots\ x \dots\dots\dots)}{\dots\dots\dots\ x \dots\dots\dots}$$

$$f = \frac{\dots\dots\dots\ (\dots\dots\dots)}{\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$f = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$f = \cdots\dots\%$$

f. Penarikan contoh jalur secara sistematik (Systematic Strip Sampling).

Luas petak HPH yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh jalur secara sistematik. Pada petak tersebut dibuat 4 buah jalur dengan jarak antar jalur adalah 300 m dan panjang jalur adalah 400 m. Setelah pemilihan jalur pertama secara acak, maka jalur berikutnya dibuat dengan jarak 300 m. Pada setiap jalur dilakukan pengukuran bidang dasar dengan membuat petak-petak ukur secara berurutan, ukuran petak ukur tersebut adalah 20 x 100 m. Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 15. Petak contoh berbentuk jalur

Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur adalah sebagai berikut :

Tabel 27. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada setiap petak ukur.

Jalur	**Petak Ukur**			
	1	**2**	**3**	**4**
I	3,7285	3,0634	2,0934	3,2095
II	4,8420	3,2876	2,1095	4,0061
III	3,4884	2,6261	4,3954	3,9237
IV	4,6316	3,9901	3,1274	3,4945

Perhitungan rata-rata luas bidang dasar tegakan dan variannya :

Tabel 28. Perhitungan jumlah luas bidang dasar setiap jalur, rata-rata luas bidang dasar setiap jalur, dan jumlah kuadrat dari luas bidang dasar setiap jalur.

Jalur	Petak Ukur				$\sum X_i$	$\bar{X}$	$\sum(X_i^2)$
	1	2	3	4			
I	3,7285	3,0634	2,0934	3,2095	....	....	....
II	4,8420	3,2876	2,1095	4,0061	....	....	....
III	3,4884	2,6261	4,3954	3,9237	....	....	....
IV	4,6316	3,9901	3,1274	3,4945	....	....	....
$\sum X_j$	....	....	....	....	....	-	....

Keterangan: i = jumlah petak dalam jalur; j = jumlah jalur

1) Rata-rata luas bidang dasar petak ukur ($\bar{X}$).

$$\bar{X} = \sum \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum X_1}{4} + \frac{\sum X_2}{4} + \frac{\sum X_3}{4} + \frac{\sum X_4}{4}}{4}$$

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4}}{4}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4}{4 \text{ x } 4}$$

$$\bar{X} = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots \text{ x} \dots}$$

$$\bar{X} = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$\bar{X} = \cdots\dots \text{ m}^2$$

2) Luas bidang dasar tegakan rata-rata.

$$\bar{X}_{tegakan} = \frac{\bar{X}}{A}$$

$$\bar{X}_{tegakan} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$\bar{X}_{tegakan} = \cdots\dots \frac{\text{m}^3}{\text{Ha}}$$

3) Varians (Sx^2).

$$Sx^2 = \frac{\sum\sum {X_i}^2 - \frac{(\sum\sum X_i)^2}{n}}{n\,(n-1)}$$

$$Sx^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots\dots - \frac{(\dots\dots\dots\dots)^2}{\dots\dots\dots}}{\dots\dots\dots\ (\dots\dots\dots - 1)}$$

$$Sx^2 = \frac{\dots\dots\dots - \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}}{\dots\dots\dots\ (\dots\dots\dots)}$$

$$Sx^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots - \cdots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$Sx^2 = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$Sx^2 = \cdots\dots\ m^2$$

4) Standard Error (Sx).

$$Sx = \sqrt{Sx^2}$$

$$Sx = \sqrt{\dots\dots\dots}$$

$$Sx = \cdots\dots\ m^2$$

5) Intensitas Sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{\dots\dots\dots\ (\dots\dots\dots\ x \dots\dots\dots)}{\dots\dots\dots\ x \dots\dots\dots}$$

$$f = \frac{\dots\dots\dots\ (\dots\dots\dots)}{\dots\dots\dots\dots\dots}$$

$$f = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$f = \cdots\dots\%$$

g. Penarikan contoh plot secara sistematik (Systematic Plot Sampling).

Luas suatu petak HTI yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh plot secara sistematik, dengan membuat empat jalur dengan jarak antar jalur 300 m dan panjang jalur 400 m. Pada setiap jalur dibuat dua petak ukur berbentuk segi empat dengan ukuran 20 x 100 m (0,2 ha). Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 16. Petak contoh berbentuk jalur

Berdasarkan pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 29. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur		$\sum X_i$
	1	2	
I	2,2857	3,4379	………..
II	2,0428	4,8095	………..
III	1,8484	2,9845	………..
IV	3,6316	4,7284	………..
$\sum X_j$	………..	………..	………..

1) Luas bidang dasar rata-rata per PU.

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{X} = \cdots \dots \ \ m^2$$

2) Luas bidang dasar tegakan per hektar.

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \cdots \dots \ \frac{m^2}{Ha}$$

3) Varians (Sx^2).

$$S_x{}^2 = \frac{1}{i\,.\,j^2}\left\{\sum\left(\sum X_j\right)^2 - \frac{\sum(\sum X_i)^2}{i}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\,.\,\dots^2}\left\{(\dots\dots\dots^2) + (\dots\dots\dots^2) - \frac{(\dots\dots\dots)^2}{\dots\dots}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\,.\dots}\left(\dots\dots\dots + \cdots\dots\dots - \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots}\right)$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\,.\dots}(\dots\dots\dots - \cdots\dots\dots)$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\dots}(\dots\dots\dots)$$

$$S_x{}^2 = \cdots \dots \ \ m^2$$

4) Standar Error (Sx).

$$S_x = \sqrt{S_x{}^2}$$

$$S_x = \sqrt{\ldots\ldots\ldots}$$

$$S_x = \cdots\ldots \;\; m^2$$

5) Intensitas sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{\ldots\ldots\ (\ldots\ldots\ x \ldots\ldots\ldots)}{\ldots\ldots\ x \ldots\ldots\ldots}$$

$$f = \frac{\ldots\ldots\ (\ldots\ldots\ldots)}{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

$$f = \frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots}$$

$$f = \cdots\%$$

h. Penarikan contoh plot secara sistematik (Systematic Plot Sampling).

Luas suatu petak HTI yang akan diinventarisasi adalah 40 ha (400 m x 1000 m). Petak tersebut dirancang untuk dilaksanakan inventarisasi dengan penarikan contoh plot secara sistematik, dengan membuat empat jalur dengan jarak antar jalur 300 m dan panjang jalur 400 m. Pada setiap jalur dibuat dua petak ukur berbentuk segi empat dengan ukuran 20 x 100 m (0,2 ha). Pengambilan sampel sebagaimana dalam gambar berikut.

Sumber : Masturin dkk. (2010)

Gambar 17. Petak contoh berbentuk jalur

Berdasarkan pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 30. Hasil pengukuran luas bidang dasar pada tiap-tiap petak ukur.

Jalur	Petak Ukur		$\sum X_i$
	1	2	
I	3,2857	4,4379	....
II	3,0428	2,8095	....
III	2,8484	3,9845	....
IV	2,6316	3,7284	....
$\sum X_j$	....	....	....

1) Luas bidang dasar rata-rata per PU.

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$\overline{X} = \cdots \dots \ \ m^2$$

2) Luas bidang dasar tegakan per hektar.

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\overline{X}}{A}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$\overline{X}_{tegakan} = \cdots\dots \ \frac{m^2}{Ha}$$

3) Varians (Sx^2).

$$S_x{}^2 = \frac{1}{i\,.\,j^2}\left\{\sum\left(\sum X_j\right)^2 - \frac{\sum(\sum X_i)^2}{i}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\,.\,\dots^2}\left\{(\dots\dots\dots^2) + (\dots\dots\dots^2) - \frac{(\dots\dots\dots)^2}{\dots\dots}\right\}$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\,.\dots}\left(\dots\dots\dots + \cdots\dots\dots - \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots}\right)$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\,.\dots}(\dots\dots\dots - \cdots\dots\dots)$$

$$S_x{}^2 = \frac{1}{\dots\dots}(\dots\dots\dots)$$

$$S_x{}^2 = \cdots\dots \ m^2$$

4) Standar Error (Sx).

$$S_x = \sqrt{S_x{}^2}$$

$$S_x = \sqrt{\dots\dots\dots}$$

$$S_x = \cdots\dots \ m^2$$

5) Intensitas sampling.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{\ldots\ldots\ (\ldots\ldots\ x \ldots\ldots\ldots)}{\ldots\ldots\ x \ldots\ldots\ldots}$$

$$f = \frac{\ldots\ldots\ (\ldots\ldots\ldots)}{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

$$f = \frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots}$$

$$f = \cdots\%$$

Lembar Kerja Siswa II

a. Buatlah kelompok kerja yang berjumlah minimal 4 orang!
b. Bagilah tugas kepada anggota kelompok untuk berperan sebagai :
   1) Pencatat data!
   2) Pembuat pola grid di peta!
   3) Pengukur koordinat!
   4) Perintis!
c. Amati peta areal hutan yang akan di inventarisasi!
d. Buatlah perencanaan awal untuk melakukan inventarisasi hutan!
e. Buatlah pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan!
f. Temukan koordinat unit contoh!
g. Masukkan titik koordinat setiap unit contoh (upload) ke receiver GPS!
h. Lakukan dengan cara terestris dan juga dengan mempergunakan receiver GPS!
i. Temukan unit contoh lainnya secara berurut sesuai perencanaan awal!
j. Catat semua data/informasi yang dibutuhkan selengkap-lengkapnya!
k. Buatlah laporan secara berkelompok!
l. Laporan yang dikumpulkan hanya 1 dari masing-masing kelompok.

Lembar Kegiatan Praktikum Siswa.

Inventarisasi Hutan berdasarkan plot/petak ukur berbentuk lingkaran.

1. Judul peta areal yang akan diamati.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. Rencana awal untuk melakukan inventarisasi hutan.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

5. Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

   Di halaman belakang lembar kerja ini.

6. Koordinat unit contoh.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

Lembar Kegiatan Praktikum Siswa.

Inventarisasi Hutan berdasarkan plot/petak ukur berbentuk jalur.

1. Judul peta areal yang akan diamati.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. Rencana awal untuk melakukan inventarisasi hutan.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

5. Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

   Di halaman belakang lembar kerja ini.

6. Koordinat unit contoh.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

Lembar Kegiatan Praktikum Siswa.

Inventarisasi Hutan berdasarkan penarikan contoh jalur secara sistematik (systematic strip sampling).

1. Judul peta areal yang akan diamati.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. Rencana awal untuk melakukan inventarisasi hutan.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

5. Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

   Di halaman belakang lembar kerja ini.

6. Koordinat unit contoh.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

Lembar Kegiatan Praktikum Siswa.

Inventarisasi Hutan berdasarkan penarikan contoh plot secara sistematik (systematic plot sampling).

1. Judul peta areal yang akan diamati.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. Rencana awal untuk melakukan inventarisasi hutan.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

5. Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

   Di halaman belakang lembar kerja ini.

6. Koordinat unit contoh.

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

Pola grid posisi unit contoh di peta areal hutan.

5. Tes Formatif

Test formatif yang disusun berdasarkan Masturin dkk. (2012) ini merupakan bahan pengecekan bagi siswa dan guru untuk mengetahui sejauh mana hasil belajar yang telah di capai. Oleh karena itu siswa harus mengerjakan test ini dengan benar sesuai dengan kemampuan sendiri.

1) Inventarisasi hutan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi mengenai ?
   a. Keadaan iklim hutan.
   b. Tegakan hutan dan sumberdaya hutan lainnya.
   c. Penyebab kerusakan hutan.
   d. Jumlah penduduk sekitar hutan.

2) Berikut ini adalah yang tidak termasuk ke dalam informasi-informasi yang dikumpulkan dalam kegiatan inventarisasi hutan …
   a. Sebaran pohon.
   b. Riap tegakan.
   c. Kualitas tegakan.
   d. Jumlah sortimen kayu.

3) Data dan informasi yang dikumpulkan dalam kegiatan inventarisasi hutan sangat bergantung terhadap ?
   a. Tujuan inventarisasi.
   b. Kondisi keuangan yang dimiliki.
   c. Kondisi lapangan.
   d. Peralatan yang dimiliki.

4) Hasil inventarisasi hutan paling detail yang memuat informasi deskriptif, data numerik, dan atau peta skala minimal 1 : 50.000 adalah tingkat ?
   a. tingkat Provinsi.
   b. tingkat Kabupaten.
   c. tingkat Desa.
   d. tingkat unit pengelolaan.

5) Hasil inventarisasi hutan tingkat provinsi lebih detail dari hasil inventarisasi hutan tingkat nasional yang memuat informasi deskriptif, data numerik, dan atau peta skala minimal…
   a. 1 : 250.000.
   b. 1 : 100.000.
   c. 1 : 50.000.
   d. 1 : 500.000.

6) Di dalam azas kelestarian hutan menurut Simon (1987) dikatakan bahwa kelestarian hutan mengandung arti sebagai berikut, kecuali …
   a. Penyelamatan tanah dan air (Soil and water conservation).
   b. Perlindungan alam.
   c. Terpenuhinya kebutuhan bahan baku produksi secara nasional secara berkelanjutan.
   d. Hilangnya keanekaragaman hayati akibat pemanfaatan sumberdaya hutan.

7) Pertambahan tumbuh diameter pohon dalam jangka waktu tertentu disebut…
   a. Riap tinggi.
   b. Riap volume.
   c. Riap diameter.
   d. Riap panjang.

8) Pengaturan penebangan sesuai dengan ketersediaan lahan dan umur tebang suatu jenis tertentu disebut …
   a. Etat.
   b. Riap.
   c. Daur.
   d. Rotasi.

9) Pohon mengalami pertumbuhan dan perkembangan selama masa hidupnya. Pertambahan volume pohon atau tegakan pada masa waktu tertentu disebut ?
   a. Daur.
   b. Riap.
   c. Etat.
   d. Rotasi.

10) Pada jenis-jenis pohon tertentu pertumbuhan diameter dapat diamati langsung melalui pengukuran terhadap ?
   a. Tinggi pohon.
   b. Lebar tajuk.
   c. Tinggi bebas cabang.
   d. Lingkaran tahun.

11) Salah satu teknik pengumpulan data dalam pengukuran yang dilakukan secara keseluruhan (full enumeration) terhadap objek pengukuran disebut?
   a. Sensus.
   b. Sampling.
   c. Random.
   d. Populasi.

12) Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara menarik sebagian elemen dari populasi disebut metode …
   a. Sensus.
   b. Sampling.
   c. Random.
   d. Populasi.

13) Kumpulan elemen-elemen (objek-objek yang akan diukur) yang tidak saling bertampalan (non-overlapping) dari suatu populasi yang melingkupi seluruh populasi tersebut kumpulan elemen-elemen (objek-objek yang akan diukur) yang tidak saling bertampalan (non-overlapping) dari suatu populasi yang melingkupi seluruh populasi tersebut disebut ?
   a. Sampling.
   b. Random.
   c. Populasi.
   d. Unit contoh.

14) Tujuan pengambilan sampel adalah memperoleh keterangan mengenai populasi dengan mengamati hanya sebagian dari populasi itu, dengan alasan, kecuali …
   a. Pengamatan seluruh populasi dianggap tidak praktis dan efisien.
   b. Keterangan yang dikehendaki mengenai populasi tidak perlu akurat.
   c. Keterbatasan jumlah tenaga, dan waktu.
   d. Ketersediaan dana yang sangat besar.

15) Pengambilan contoh dengan sampling dapat terjadi kesalahan non-sampling yaitu kesalahan yang bukan berasal dari pengambilan contoh. Kesalahan ini dapat muncul karena beberapa alasan, kecuali…
   a. kesalahan pengukuran (measurement error)
   b. Kesalahan perkiraan
   c. kesalahan alat (instrument error)
   d. kesalahan karena faktor pengukur (human error)

16) Bilangan yang menggambarkan perbandingan antara jumlah contoh dengan jumlah populasi seluruhnya disebut ...
    a. Nilai Tengah Contoh.
    b. Standar Deviasi.
    c. Kesalahan Baku Nilai Tengah.
    d. Intensitas Sampling (IS).

17) Suatu hutan dengan luas 1000 hektar (ha) akan dibuat petak ukur sebanyak 200 buah yang tersebar merata sebagai sampelnya. Luas setiap petak ukur adalah 0,1 ha, maka Intensitas Samplingnya adalah …
    a. 1%.
    b. 2%.
    c. 2,5%.
    d. 3%.

18) Suatu areal yang luasnya 100 ha akan ditaksir massa kayunya. Metode inventarisasi yang dipakai adalah sampling secara acak sederhana dengan unit contohnya berbentuk lingkaran seluas 0,1 ha. Intensitas sampling ditentukan sebesar 1%. maka jumlah petak ukur yang harus dibuat sebanyak ?
    a. 20 PU.
    b. 15 PU.
    c. 10 PU.
    d. 50 PU.

19) Pada saat mengukur tinggi pohon diperoleh data 8, 12 dan 11 meter. Berapakah nilai tengah hasil pengamatan tersebut ?
    a. 9,5.
    b. 9,3.
    c. 10.
    d. 10,5.

20) Suatu blok tebangan tahunan dengan ukuran 4 km x 4 km dilakukan inventarisasi dengan sistem jalur, dimana lebar jalurnya adalah 20 m. Berapakah jumlah jalur ukur yang harus dibuat apabila Intensitas sampling yang dipakai adalah 10% …
   a. 20 buah.
   b. 25 buah.
   c. 10 buah.
   d. 30 buah.

Setelah Anda mengerjakan test di atas, cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang terdapat di bagian akhir test formatif ini. Hitung jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan hasil belajar terhadap materi kegiatan pembelajaran.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\Sigma \text{ Jawaban yang benar}}{20} \times 100\%$$

Keterangan : Jawaban benar dengan skore 1 dan jawaban salah skore 0

Nilai yang diperoleh Siswa kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel status penguasaan hasil belajar di bawah ini :

Penguasaan Hasil Belajar	Tingkat Penguasaan	Kriteria	Tindak Lanjut
Belum Menguasai	< 70 %	kurang	Mengulangi lagi kegiatanpembelajaran secara keseluruhan
Sudah Menguasai	70 % – 79 %	cukup	Penguatan dan Pengayaan dengan bimbingan guru terhadap materi yang belum tuntas
	80 % – 90 %	baik	Penguatan dan Pengayaan melalui belajar mandiri terhadap materiyang belum tuntas
	>90 %	baik Sekali	Dapat langsung melaksanakan evaluasi untuk mengukur ketuntasan belajar

C. Penilaian

Penilaian sebagai sebuah evaluasi keberhasilan proses pembelajaran dilakukan terhadap tiga aspek, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

Tabel 31. Penilaian aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>Sikap
2.1
• Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
• Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
• Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>1. Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir</td></tr>
<tr><td>2.2
• Konsolidasikan hasil observasi kelompok
• Menampilkan hasil kerja kelompok
• Melaporkan hasil diskusi kelompok</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>2. Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>2.3
• Menyumbang pendapat tentang metode inventarisasi hutan</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>3. Rubrik Penilaian Presentasi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Kejelasan Presentasi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Pengetahuan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penampilan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Pengetahuan
• Memahami pengertian; maksud dan tujuan; potensi hutan; riap, etat dan daur.
• Memahami teknik sampling dalam inventarisasi hutan.
• Memahami penentuan unit contoh dengan teknik sampling.</td><td>Tes</td><td>Uraian</td><td>1. Jelaskanmacam alat ukur dimensi pohon!
2. Jelaskan teknik mengukur diameter pohon!
3. Jelaskan teknik mengukur tinggi pohon!</td></tr>
<tr><td>Keterampilan
• Melakukan penentuan jumlah unit contoh.
• Melakukan penentuan lokasi unit contoh.
• Membuat unit contoh di lapangan.</td><td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td><td></td><td>4. Rubrik Sikap Ilmiah
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>5. Rubrik Penilaian Penggunaan alat dan bahan
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Cara merangkai alat</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Cara menuliskan data hasil pengamatan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Kebersihan dan penataan alat</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Lampiran Rubrik & Kriteria Penilaian :

1. Rubrik Sikap Ilmiah

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Mengamati				
2.	Menanya				
3.	Menalar				
4.	Mengolah Data				
5.	Menyimpulkan				
6.	Menyajikan				

Kriteria :

a. Aspek mengamati :

Skor 4 : Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat.

Skor 3 : Terlibat dalam pengamatan.

Skor 2 : Berusaha terlibat dalam pengamatan.

Skor 1 : Diam tidak aktif.

b. Aspek menanya :

Skor 4 : Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas.

Skor 3 : Jika pertanyaan yang diajukan **cukup** sesua dengan permasalahan yang sedang dibahas.

Skor 2 : Jikapertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas.

Skor 1 : Tidak menanya.

c. Aspek menalar :

Skor 4 : Jika nalarnya benar.

Skor 3 : Jika nalarnya hanya sebagian yang benar.

Skor 2 : Mencoba bernalar walau masih salah.

Skor 1 : Diam tidak beralar.

d. Aspek mengolah data :

Skor 4 : Jika Hasil Pengolahan data benar semua.

Skor 3 : Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar.

Skor 2 : Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar.

Skor 1 : Jika hasil pengolahan data salah semua.

e. Aspek menyimpulkan:

Skor 4 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar.

Skor 3 :Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar.

Skor 2 : Kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar.

Skor 1 : Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah.

f. Aspek menyajikan :

Skor 4 : Jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar.

Skor 3 : Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan.

Skor 2 : Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab.

Skor 1 : Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan.

2. Rubrik Penilaian Diskusi

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Terlibat penuh				
2.	Bertanya				
3.	Menjawab				
4.	Memberi gagasan orisinil				
5.	Kerjasama				
6.	Tertib				

Kriteria :

a. Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat.

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat.

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat.

Skor 1 : Diam sama sekali tidak terlibat.

b. Aspek bertanya :

Skor 4 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas.

Skor 3 : Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas.

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan pertanyaan.

Skor 1 : Diam sama sekali tdak bertanya.

c. Aspek Menjawab :

Skor 4 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas.

Skor 3 : Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas.

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya.

Skor 1 : Diam tidak pernah menjawab pertanyaan.

d. Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4 : Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri.

Skor 3 : Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan.

Skor 2 : Kadang-kadang memberikan gagasan/ide.

Skor 1 : Diam tidak pernah memberikan gagasan.

e. Aspek Kerjasama :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya.

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya.

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif.

Skor 1 : Diam tidak aktif.

f. Aspek Tertib :

Skor 4 : Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya.

Skor 3 : Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun.

Skor 2 : Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain.

Skor 1 : Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari.

3. Rublik Penilaian Penggunaan Alat/Bahan

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Cara merangkai alat				
2.	Cara menuliskan data hasil pengamatan				
3.	Kebersihan dan penataan alat				

Kritera :

a. Cara merangkai alat :

Skor 4 : Jika seluruh peralatan dirangkai sesuai dengan prosedur.

Skor 3 : Jika sebagian besar peralatan dirangkai sesuai dengan prosedur.

Skor 2 : Jika sebagian kecil peralatan dirangkai sesuai dengan prosedur.

Skor 1 : Jika peralatan tidak dirangkai sesuai dengan prosedur.

b. Cara menuliskan data hasil pengamatan :

Skor4 : Jika seluruh data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar.

Skor 3 : Jika sebagian besar data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar.

Skor2 : Jika sebagian kecil data hasil pengamatan dapat dituliskan dengan benar.

Skor 1 : Jika tidak ada data hasil pengamatan yang dapat dituliskan dengan benar.

c. Kebersihan dan penataan alat :

Skor4 : Jika seluruh alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

Skor 3 : Jika sebagian besar alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

Skor 2 : Jikasebagian kecil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

Skor 1 : Jikatidak ada hasil alat dibersihkan dan ditata kembali dengan benar.

4. Rublik Presentasi

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Kejelasan presentasi				
2.	Pengetahuan				
3.	Penampilan				

Kriteria :

a. Kejelasan presentasi

Skor 4 : Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas.

Skor 3 : Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas.

Skor 2 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas.

Skor 1 : Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas.

b. Pengetahuan

Skor 4 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas.

Skor 3 : Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas.

Skor 2 : Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas.

Skor 1 : Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik.

c. Penampilan

Skor 4 : Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu.

Skor 3 : Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu.

Skor 2 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu.

Skor 1 : Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu.

5. Penilaian Laporan Observasi

No.	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Sistematika Laporan				
2.	Data Pengamatan				
3.	Analisis dan kesimpulan				
4.	Kerapihan Laporan				

Kriteria :

1. Sistematika Laporan

Skor 4 : Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.

Skor 3 : Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.

Skor 2 : Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan dan kesimpulan.

Skor 1 : Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan.

2. Data Pengamatan

   Skor 4 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap.

   Skor 3 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar.

   Skor 2 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap.

   Skor 1 : Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar.

3. Analisis dan kesimpulan

   Skor 4 : Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan.

   Skor 3 : Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan.

   Skor 2 : Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan.

   Skor 1 : Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan.

4. Kerapihan Laporan

   Skor 4 : Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok.

   Skor 3 : Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok.

   Skor 2 : Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok.

   Skor 1 : Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok.

III. PENUTUP

Buku teks siswa ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pembelajar maupun pembaca lainnya untuk melakukan penelusuran berbagai sumber belajar, yang terkait dengan inventarisasi hutan, baik dalam bentuk buku-buku bidang kehutanan lainnya, dokumen atau laporan hasil penelitian bidang kehutanan, internet ataupun sumber-sumber lain. Dengan mengacu pada buku teks siswa ini maka proses pembelajaran diharapkan dapat berjalan secara efisien dan efektif melalui peran aktif dari semua pihak terkait, khususnya para pembelajar.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous, 1993. Pedoman dan Petunjuk Teknis Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI). Ditjen Pengusahaan Hutan, Departemen Kehutanan RI.

Davis, L.S., and K.N. Johnson, 1987. Forest Management. Third Edition. Mc.Graw-Hill Book Company.

Departemen Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia. 1989. Panduan Kehutanan Indonesia. Departemen Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia, Jakarta.

Departemen Kehutanan. 1990. Undang-Undang No. 5 Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.

Departemen Kehutanan. 1999. Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.

Departemen Kehutanan Republik Indonesia. 2007. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.22/Menhut-V/2007 tentang Pedoman Teknis dan Petunjuk Pelaksanaan GNRHL. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.

Hitam H., 1980. Dasar-dasar Teori dan Teknik Pengambilan Contoh dalam Inventarisasi Hutan. Pradnya Paramita.

Husch, B. 1963. Forest Mensuration. The Ronald Press Company.

Huxley, A., ed. 1992. New RHS Dictionary of Gardening. Macmillan ISBN 0-333-47494-5. Dibuka pada tanggal 14 Mei 2009.

Malamassam, D. 2009. Inventarisasi Hutan. Modul Pembelajaran Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Masturin, A., dkk., 2012. Melakukan Perisalahan/Inventarisasi Hutan. Pusat Diklat Kehutanan, Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Narioadiredjo, 1979. Ilmu Ukur Kayu II. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Setyarso, A. dan S.Hardjosudiro, 1989. Perencanaan Hutan (Terjemahan dari *Planning a Forest Inventory* oleh Spurr, S.H., 1962) UI Press.

Simon, H. dan A. Setyarso, 1978. Manual Inventore Hutan (Terjemahan dari Lanley, J.P., 1973) UI Press.

Simon, H. 1993. Metode Inventore Hutan. Aditya Media.

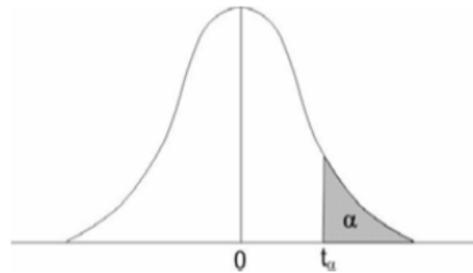
Simon, H. 1988. Pengantar Ilmu Kehutanan. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Sudjana, 1991. Teknik Analisis Regresi dan Korelasi. Penerbit Tarsito.

Suhendang, Endang. 2002. Pengantar Ilmu Kehutanan. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan (YPFK) Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Winarto, Bambang Ir., MM. 2006. Kamus Rimbawan. Yayasan Bumi Indonesia Hijau. Jakarta.

Lampiran 1. Sebaran t-Student

SEBARAN t-STUDENT

v	a				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.025
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	1.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
Inf	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Sumber : Malamassam (2009)

Lampiran 2. Angka Acak

ANGKA ACAK

Baris	Kolom							
	1 - 5	6 - 1 0	11 -15	16 - 20	21 -25	26 - 30	31 -35	36 - 40
1	62956	95735	70988	86027	27648	65155	46301	27217
2	17143	50118	41681	87224	75674	43371	09846	83403
3	99285	01369	94610	71099	69207	01999	23931	34711
4	12940	81308	40436	82916	74245	70324	88555	82182
5	28089	80216	08681	83524	00583	55179	31911	68484
6	78709	74747	17626	74930	41300	04858	85634	42398
7	36009	01306	33858	96930	71087	11354	85891	52644
8	95695	52933	39459	84218	34670	91542	02186	86134
9	89221	34158	16364	16532	50070	78159	18445	05884
10	91937	35854	13168	24642	22369	87396	64367	89259
11	07339	63159	94886	51002	85834	94109	56843	03769
12	73238	34352	81004	95682	13029	76288	22054	54849
13	87940	32625	44838	39920	57188	41771	43185	74236
14	46904	92456	64675	66930	54980	11631	54596	50563
15	02580	92653	33907	54380	00763	60452	18860	48829
16	86983	20150	78561	97095	15990	45947	88542	86519
17	92604	22144	67209	88807	82087	06616	16605	95621
18	26988	49617	87118	28108	13110	40766	21216	01567
19	75370	38794	51939	20879	30221	73593	76238	85702
20	18826	84055	91391	78487	07594	74994	64239	00808
21	20198	45182	09914	45305	97352	00516	56804	10931
22	74784	75807	79881	45290	56117	39798	62617	26912
23	08050	25691	87992	75747	55031	82704	97667	03734
24	63096	27123	94686	39205	68047	12108	62144	31291
25	23099	48428	16697	82597	74983	22452	46283	97617
26	84827	81473	19453	95401	01363	40795	86600	78317
27	97965	30432	92410	42482	31448	78558	55152	27863
28	96097	51256	61546	93683	46277	30115	37682	15694
29	77733	98610	86615	19007	29402	26348	96477	97154
30	73159	81085	96957	48358	90944	58155	73014	79515
31	19074	14518	91372	73333	42832	17500	91049	74510
32	83098	95483	17986	79141	92419	36887	65473	05675
33	10416	60700	37527	26169	07315	08340	31597	05568
34	08693	25225	54798	60498	32060	60310	36587	30579
35	50451	52350	37860	40950	14377	16485	62250	96104

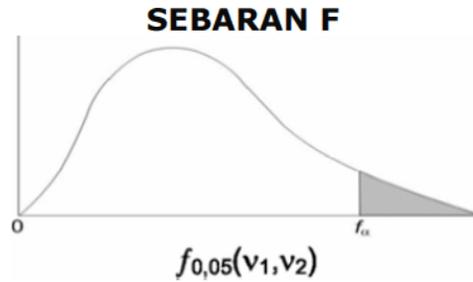
Sumber : Malamassam (2009)

Lanjutan Lampiran 2. Angka Acak

ANGKA ACAK *(Lanjutan)*

Baris	Kolom							
	1 - 5	6 - 1 0	11 -15	16 - 20	21 -25	26 - 30	31 -35	36 - 40
36	73128	88097	01832	19463	28038	00222	83868	74422
37	89677	39620	49118	49660	96852	71822	66195	28204
38	67828	36965	63617	60332	10525	78030	06835	59222
39	30001	63542	05680	12956	96058	80149	79950	39309
40	14283	75479	39727	79075	87995	74464	49102	93185
41	84051	28694	03885	97247	43578	48213	97929	49951
42	80815	60959	58747	50798	47455	18738	58154	95800
43	28515	30696	23612	87285	96888	25681	65597	50837
44	17402	25186	12526	19012	42374	47886	43367	61815
45	66814	38016	61219	14760	99030	38070	81369	94157
46	49751	96432	63666	47760	70192	10367	17197	95801
47	35597	97760	47288	34700	25569	91920	02045	24344
48	03026	00712	49279	10272	30083	61603	26715	89026
49	96637	00092	97446	75109	53899	93915	37789	13073
50	34324	90440	76224	71230	92581	06794	39559	05362

Sumber : Malamassam (2009)

Lampiran 3. Sebaran F

V_1	V_2								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

Sumber : Malamassam (2009)

Lanjutan Lampiran 3. Sebaran F

SEBARAN F *(Lanjutan)*

$f0,05(V_1, V_2)$

V_1	V_2									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241.9	243.9	245.9	148.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Sumber : Malamassam (2009)

Lanjutan Lampiran 3. Sebaran F

SEBARAN F *(Lanjutan)*

$f_{0,01}(v_1, v_2)$

V_1	V_2								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4052	4999.5	5403	5625	5746	5859	5928	5981	60.22
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.73	3.60
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52
20	8.10	5.89	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41

Sumber : Malamassam (2009)

Lanjutan Lampiran 3. Sebaran F

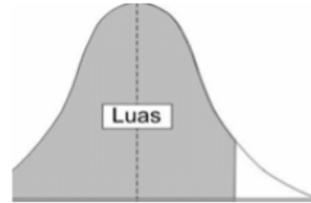
SEBARAN F *(Lanjutan)*

$f_{0,01}(v_1, v_2)$

V_I	V_2									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	6056	6157	6157	6029	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.55	3.27	3.18	3.09	3.00
15	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

Sumber : Malamassam (2009)

Lampiran 4. Sebaran Normal Baku

SEBARAN NORMAL BAKU

Wilayah Luas Di Bawah Kurva Normal

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
- 3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	02119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	02420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	02743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2891	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

Sumber : Malamassam (2009)

Lanjutan Lampiran 4. Sebaran Normal Baku

SEBARAN NORMAL BAKU *(Lanjutan)*

Wilayah Luas Di Bawah Kurva Normal

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.2832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0..8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

Sumber : Malamassam (2009)